IL
TERREMOTO DEL 1887
IN LIGURIA

APPUNTI

DI

ARTURO ISSEL

---

con quattro tavole ed una carta

ROMA
TIPOGRAFIA NAZIONALE
di Reggiani & soci
1888

INTRODUZIONE

Con sua lettera del 28 febbraio 1887, S. E. il Ministro d'Agricoltura, Industria e Commercio m'incaricava di uno studio intorno al terremoto che aveva sparso di lutti e di rovine, pochi giorni innanzi, gran parte della Liguria occidentale. Io accettai il compito con trasporto, pel desiderio di trattare una questione scientifica di alta importanza, che strettamente si connette all'oggetto dei miei precedenti lavori, e per la lusinga, forse vana, di riuscire a dedurre dalle mie indagini una interpretazione soddisfacente del fenomeno.

Appena ricevuta la lettera ministeriale, mi recai a visitare i punti più gravemente colpiti dal disastro e a raccogliere notizie sulle circostanze che l'avevano accompagnato. Di poi, con due altre gite fatte l'una alle fine di marzo e l'altra nel settembre p. p., completai le mie osservazioni, delle quali altre cure urgenti mi hanno impedito di render conto prima d'ora.

Con queste note mi propongo innanzi tutto di trattare per sommi capi delle condizioni geologiche del territorio colpito dal terremoto, descrivendo con particolar cura le formazioni plioceniche e quaternarie, la cui costituzione litologica ebbe sì gran parte nelle conseguenze rovinose di esso; mi propongo in secondo luogo di investigare le manifestazioni delle forze endogene in Liguria nel passato e nel presente, ponendo in chiaro i rapporti loro col fenomeno che forma oggetto pre-

cipuo del mio lavoro, e, finalmente, esposte le osservazioni di fatto raccolte intorno al terremoto del 23 ed ai successivi, massime per quanto ha tratto agli effetti meccanici, intendo indagarne le cause probabili.

Nel licenziare alle stampe la mia memoria, io debbo convenire che non sarei riuscito a riunire gli elementi necessari per imprendere con fondamento l'analisi del terremoto ligure, senza il concorso di alcune gentili persone, che vollero somministrarmi indicazioni, notizie, carte e diagrammi. Mi sta a cuore di esprimere la mia riconoscenza, pel valido aiuto che vollero prestarmi, a S. E. il cav. G. Biancheri, presidente della Camera dei Deputati, ai signori Salvatori, direttore generale dei telegrafi a Roma, ing. D. Zaccagna, a Carrara, capitano di vascello Magnaghi direttore dell'Ufficio idrografico della regia marina, capitano di corvetta G. Cassanello sotto-direttore dello stesso ufficio, tenente di vascello F. Rossari addetto al medesimo, capitano Enrico d'Albertis, ing. L. Mazzuoli e ing. F. M. Parodi in Genova, al prof. M. Pacini, all' ing. E. Del Moro e al prof. G. Pittaluga di Savona, al prof. F. N. Vassallo e al prof. G. Gentile di Porto Maurizio, al prof. N. Morelli di Loano, all'ingegnere E. Charlon di Diano Marina, al prof. L. Orsini di Ventimiglia, al signor C. Bicknell di Bordighera, al signor S. Bonfils di Mentone, al prof. A. Piccone di Albissola, al padre Denza di Moncalieri, al padre Rocca di Alassio. Rivolgo ancora speciali ringraziamenti al prof. S. Squinabol, mio assistente, il quale fece per me parecchie gite in Riviera ed osservò alcuni fatti importanti con sagacia non comune.

PARTE PRIMA

Cenni sulla costituzione geologica della Liguria occidentale.

Il compito di descrivere geologicamente il territorio che fu teatro del terremoto è reso più facile dalla *Carta Geologica delle Riviere Liguri e delle Alpi Marittime*, testè pubblicata dal Mazzuoli, dallo Zaccagna e da me [1], nella quale è compresa la regione che fu scossa più fortemente, ad eccezione di una piccola zona ad occidente del meridiano di Monaco.

Questa carta, la prima specialmente consacrata alla illustrazione della Liguria marittima dopo quella di Pareto, che risale al 1846, comprende il territorio limitato, a nord, da un parallelo che passa a due chilometri a nord di Acqui, a levante dal meridiano di Corniglia, a ponente da uno assai prossimo a Monaco. Essa è corredata di tre sezioni condotte attraverso le Alpi Marittime, una delle quali taglia Mondovì, il Mongioie, il Frontè e Ospedaletti, lungo una linea di 70 chilometri di lunghezza. [2]

Ad eccezione di un piccolo tratto situato nell'angolo nord-est e di una stretta zona nell'estremo lembo occidentale di essa, questa carta è opera nuova ed originale tanto in ordine ai confini dei terreni, quanto per ciò che riguarda le interpretazioni.

Formazioni arcaiche. — Le più antiche formazioni che figurano nel territorio considerato in questa memoria, riferibili indubbiamente alla serie precarbonifera, e, secondo ogni probabilità, alla così detta zona

---

[1] Un foglio grande in cromolitografia. Genova, Lit. Armanino, 1887.

[2] Le sezioni con quanto ha tratto alle Alpi Marittime sono opera dello Zaccagna. L'ing. Mazzuoli si occupò di preferenza della Riviera di Levante e dei bacini carboniferi dell'Appennino. A me spetta il rilievo di parte delle due Riviere e in ispecie della occidentale.

delle pietre verdi (laurenziano ed huroniano di alcuni autori), appariscono tra le valli superiori della Tinea e della Stura di Demonte, nei gruppi montuosi che hanno per punti culminanti il Mercantour e il Clapier e si estendono, verso levante, fino a breve distanza del Roia e, verso mezzogiorno, fino al crinale delle Alpi Marittime.

Queste formazioni sono principalmente rappresentate da roccie cristalline gneissiformi e graniti, riferibili all'orizzonte inferiore che suol denominarsi gneiss centrale. A nord e a nord-ovest, fra la Stura e il Po, il medesimo nucleo di formazioni antiche offre invece i termini superiori della serie, che sono micascisti, talcoscisti ed altri scisti cristallini, e roccie ofiolitiche, poco o punto distinte da quelle che vedremo comprese nei gruppi meno antichi. Verso levante, la zona cristallina si estende lungo una linea che passa per Saluzzo, Verzuolo, Caraglio, Vignolo, oltre la quale rimane coperta dalle alluvioni quaternarie. A ponente di Piasco, fu segnalata da Zaccagna una massa di serpentina interposta fra gli scisti.

Formazioni paleozoiche. — Siffatto nucleo di roccie gneissiche e scistose è tutto circondato di formazioni paleozoiche e secondarie, le quali, da una parte, si protendono, mercè una lunga propaggine, fino al golfo di Genova, fra Sestri e Albenga, mentre, dall'altra, scendono al mare lungo il litorale situato a ponente di Ventimiglia, occupando tutto il Nizzardo e protraendosi per esteso tratto anche in Provenza.

La porzione più antica della prima zona, la quale si manifesta in piccoli lembi, tutti situati lungo il versante settentrionale delle Alpi Marittime, è costituita di assise carbonifere che offrono, alla base, scisti grafitici con banchi d'antracite, arenarie feldispatiche, breccie e puddinghe quarzose a piccoli elementi e, superiormente, calcari marmorei bianchi e bigi, quasi destituiti di magnesia.

Nel bacino carbonifero di Antibo, poco lontano dalla Liguria occidentale, la parte superiore della formazione è rappresentata da puddinghe a grossi cogoli, corrispondenti verosimilmente ai nostri conglomerati ed arenarie, e la parte inferiore risulta di roccie scistose, fogliettate, a grana fina, che accludono banchi di arenaria di color chiaro ed un deposito di litantrace magro. Questo deposito è lavorato nella miniera *des Vaux*, ove raggiunge la potenza media di 2 m. Alla periferia del bacino, tanto a mezzogiorno quanto a levante, giacciono altre assise superiori, scistose ed arenacee (con litantrace), le quali presso di noi mancano.

Notevoli, fra i lembi carboniferi della regione di cui tengo discorso,

quello che corre lungo la riva sinistra del Vermenagna e s'arresta poi al Gesso, di contro a Roccavione, un altro che si trova sulla sinistra del Tanaro e passa per Viozene, un terzo, assai più piccolo, sul quale è collocato il villaggio di Chioraira; poi, più a levante, uno alquanto esteso, che, dai pressi di Calizzano, si protende a Osiglia e al Settepani, e, mediante una catena di altri minori, si collega alla cospicua massa carbonifera interposta fra il Monte Alto e il Monte Burot, nella quale è compreso il paese di Mallare.

Nei territori di Mallare, di Bormida, di Osiglia, di Calizzano, il carbonifero emerge da una vasta plaga permiana, la quale si continua senza interruzione dal Savonese al Vermenagna. Nella medesima condizione si trova il lembo di Chioraira e nella porzione sua orientale quello di Viozene. All'incontro, il carbonifero del Vermenagna e parte del lembo di Viozene sono incorniciati nel trias, di cui dirò più innanzi.

Fin dal settembre 1885, l'ing. D. Zaccagna scoprì nell'alta valle del Tanaro, poco sotto al pian del Fò, in quel di Viozene, alcune filliti che il prof. Portis riferiva testè alle specie: *Senftenbergia* (*Pecopteris*) *elegans*, *Pecopteris nodosa* e *Annularia longifolia*, ritenendole proprie al carbonifero superiore. [1]

Durante una gita fatta il 15 settembre 1887 nella valle di Mallare dai membri della Società geologica italiana convenuti alla adunanza estiva di Savona, furono osservate varie impronte di *Annularia* ed altre piante carbonifere negli scisti grafitici di Pietratagliata. Di poi, il dottore Squinabol segnalò nella stessa località *l'Odontopteris obtusa* e due cordaitee [2] che pur si riferiscono all'orizzonte superiore del carbonifero.

Il permiano ci si presenta nella nostra regione con apenninite, scisti gneissiformi (con talco o clorite), gneiss mandorlati e perfino con graniti quasi tipici e porfidi, roccie in ogni caso destituite di fossili.

La nostra apenninite, [3] roccia gneissica, a plagioclasio dominante, distinta primamente da Gastaldi [4], corrisponde certamente per la posizione

---

[1] Boll. del R. Comit. geol., n. 11-12. Roma, 1887.

[2] Giorn. della Soc. di Lett. e Conv. scientif. di Genova. Giugno, 1887.

[3] In una memoria comparsa quando io aveva già scritte queste pagine (Bollettino del R. Comit. geol., 1887, n. 11-12), l'ing. Zaccagna propone di assegnare alla roccia di cui si tratta il nome di *besimaudite*, dal Monte Besimauda che ne è quasi esclusivamente formato, invece di apenninite, denominazione impropria per una specie litologica mancante all'Appennino propriamente detto.

[4] *Sui rilevamenti geologici fatti nelle Alpi piemontesi durante la campagna del 1877* (Atti della R. Accademia dei Lincei, serie 3ª, vol. II. Roma 1878).

stratigrafica e probabilmente anche per la composizione mineralogica al gneiss verde del Monte Suretta (*Suretta-Horn*), presso il passo dello Spluga, il quale raggiunge colà un migliaio di metri di potenza ed è sottoposto ai calcari dolomitici e scisti del trias [1]. Dal punto di vista stratigrafico, l'apenninite potrebbe anche considerarsi come equivalente al verrucano dei geologi di 30 anni fa.

Quanto al porfido, qui come in parecchie località delle Alpi svizzere e lombarde, si mostra connesso, da una parte, agli scisti cristallini e alle quarziti più recenti del permiano, dall' altra, alle roccie clastiche più antiche del trias, laonde la sua posizione sembra quella di un termine intermedio fra i due sistemi. Tutto considerato, e principalmente per l'analogia delle sue condizioni stratigrafiche con quelle che presenta in altre regioni più note, sembra che si possa legittimamente ascrivere al permiano superiore.

Formazioni secondarie. — A settentrione della plaga permiana sopra ricordata, si trova una zona, ora sottile ora larga, a contorni frastagliatissimi, di formazioni stratificate triassiche, le quali, salvo lievi interruzioni, si protendono fino alla gran plaga serpentinosa, pertinente al trias inferiore, che dal litorale di Varazze, Cogoleto, Voltri e Sestri, risale alle Langhe e all'alto Monferrato.

In alcuni punti delle Alpi Marittime, a quanto avverte lo Zaccagna, sarebbe rappresentato il trias superiore da piccoli lembi di calcare bianco ceroide e di calcare grigio a lastre; ma non mi fu dato osservarlo nella Liguria marittima. Tanto in questa regione, quanto fra le Alpi Marittime, sono svilupatissimi i piani medio e inferiore. Al primo crediamo dover ascrivere, procedendo dall'alto al basso: marmi ceroidi, quarziti, anageniti (assai poco sviluppate), talcoscisti, steascisti, clorite-scisti, calcescisti, serpentine (con lehrzolite), eufotidi, talcoscisti con molto quarzo, ecc.; al secondo: carniole, calcari cavernosi, gessi, calcari da calce grigi e azzurrognoli, dolomie, calcari dolomitici ceroidi.

Parecchi anni addietro il prof. C. Bruno scoprì nei calcari dolomitici di Villanova di Mondovì, i quali, per Frabosa, Bossea, Garessio, Zuccarello, si continuano, salvo lievi interruzioni, con quelli del Loanese e del Finalese, alcuni fossili indubbiamente pertinenti al trias medio, in ispecie encriniti, giroporelle e gasteropodi del genere *Chemnitzia*. Io raccolsi di poi nelle quarziti scistose del Loanese, presso

[1] Rolle, *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*, 23te Lieferung. Bern, 1881.

la cascina di Castagnabanca, numerose impronte bivalve, trasversalmente solcate, che credo riferibili al genere *Estheria.* [1] Altri fossili, che mi parvero allora indeterminabili, osservai posteriormente nel calcare da calce di Cogoleto e di Cairo Montenotte. Durante il congresso di Savona, furono riconosciuti dai geologi colà convenuti copiose giroporelle nel calcare di Monte Moro; si ravvisarono poi alcune diplopore ed encriniti sul Monte Caprazoppa e si raccolsero infine buoni esemplari di encriniti e di brachiopodi nell'isolotto di Bergeggi presso Vado. Fra i primi, De Stefani avrebbe determinato l'*Encrinus granulosus;* Münster, fra i secondi, la *Retzia trigonella*, Sch. ed una *Rhynchonella.* [2]

Precedentemente, in uno dei punti più elevati delle Alpi Marittime, alla Scaletta presso l' Argentera, Portis aveva segnalato l'*Encrinus liliiformis* del *Muschelkalk.*

Nell'animo di alcuni geologi che visitarono la regione di cui mi occupo è rimasto il dubbio che le serpentine e le roccie concomitanti, ritenute triassiche dai miei collaboratori e da me, possano invece appartenere ad un'orizzonte assai più antico, cioè arcaico. Inoltre, i medesimi non credono dimostrata ancora la posizione che noi abbiamo assegnata al complesso delle roccie cristalline scistose e gneissiformi del Savonese [3] e le suppongono sottoposte al carbonifero di Mallare.

Dopo il congresso di Savona, durante il quale questi dubbi furono presentati sotto una forma concreta, non ho mancato di raccogliere sul terreno nuovi elementi in ordine alla controversia. Tuttociò che ho veduto concorre ad avvalorare l'interpretazione già da noi proposta.

Riserbandomi di ritornare sull'argomento con note più particolareggiate, dirò soltanto, per incidenza, come lungo la via tra Arenzano e Cogoleto, osservai (presenti gli ingegneri Mazzuoli e Baldacci), immediatamente sottoposti alle quarziti del trias inferiore (che giacciono sotto al calcare dolomitico da calce del trias medio) e intimamente collegati ad esse, scisti cloritici e talcosi verdi che più innanzi accludono interstrati di serpentina. La medesima connessione si verifica a

---

[1] Trattandosi di esemplari mal conservati, è difficile il decidere se appartengono propriamente a questo genere e non sono invece *Myacites Fassaensis* come suppone lo Zaccagna (Boll. del Comitato geol., 1887, n. 11-12).

[2] Boll. della Soc. geol. italiana, vol. VI, pag. 239. Roma, 1887.

[3] Vedasi in proposito una comunicazione dell'ing. Pellati ed una memoria del prof. De Stefani, nel vol. VI del Bollettino della Società geologica italiana, la prima alla pag. 460, la seconda alla pag. 235.

Cogoleto, tra i calcari dolomitici marmorei e gli stessi scisti, mancando le quarziti interposte.

Presso la stazione di Bergeggi, ho potuto parimente verificare che sotto alle quarziti del trias inferiore giacciono, in perfetta concordanza, scisti quarzosi e cloritici, *che passano grado grado, per insensibili transizioni,* ai gneiss protoginici o apenniniti ben caratterizzati, che si estendono poi a levante oltre il faro di Vado.

I calcari presentano piccole pieghe e contorsioni, le quali, di contro all'isola di Bergeggi, costituiscono vere *S* assai stipate (in alcuni punti in numero di cinque o sei nello spazio di una ventina di metri). Essi pendono ora ad est, ora a nord-est, ora a nord (presso Bergeggi) e da lontano sembrano discordanti colle quarziti, ma osservando la formazione da vicino, si vede che queste alla parte loro inferiore passano sotto al calcare assumendone l'orientazione.

A sud-est di Limone, le formazioni triassiche sottostanno ad ampio mantello giuraliassico (che sostiene piccoli lembi eocenici), il quale dalle alture della Testa Ciaudon scende, con sottile propaggine, fino al di là della via di Nava, nella valle del Tanaro. La formazione giuraliassica è marginata a sud-ovest, per lungo tratto, da una strisciolina di cretaceo che ha il suo massimo sviluppo ad Upega.

La seconda zona di formazioni paleozoiche e secondarie segnalata poco addietro, zona che dalla medesima regione centrale si volge al mare con direzione predominante da nord a sud, ci presenta sviluppatissimo il trias medio nel suo tratto settentrionale tra il Gesso e i pressi di Saorgio. Vi si osservano quindi, presso il colle del Sabbione, una piccola espansione porfirica permiana, incorniciata di assise stratificate della stessa età, poi, un pò più a mezzogiorno, una piccola massa permiana, circondata di sottil zona di trias inferiore, sulla quale è fondata la città di Tenda e, al sud di Tenda, un'altra plaga permiana più estesa e di forme assai irregolari, che è pur marginata di scisti triassici inferiori. Dai pressi di Saorgio fino al lido di Mentone, Monaco e Nizza, vengono a mancare le assise paleozoiche e triassiche inferiori. Prescindendo da una piccola macchia di *Muschelkalk*, visibile a ponente di Breil, la zona di cui tengo discorso risulta innanzi tutto di roccie cretacee precipuamente neocomiane, dalle quali emergono calcari giuraliassici. Una cospicua massa di questi calcari è attraversata per lungo tratto sopra Breil dalla via nazionale che conduce a Tenda e mette due propaggini che si rivolgono l'una alla Cima Marta, l'altra alle Mille Forche.

Una seconda massa più piccola, di forma allungata, comincia a levante di Sospello e si protrae lungo la linea del confine franco-italiano fino al mare, ad oriente di Mentone. Altre, con andamento presso a poco parallelo, mettono ad occidente delle prime al Capo Martin e a Monaco.

Verso levante, la formazione cretacea costituisce il Cima Marta (m. 2138), si inflette, assottigliandosi ad occidente del Monte Lega (m. 1557), che è nummulitico, poi nuovamente si sviluppa presso Breil, correndo quindi per buon tratto lungo la via nazionale di Tenda per Airole, abbandona la valle del Roia un poco più innanzi, per guadagnare il mare con una angusta striscia di calcari, visibili ai Balzi Rossi tra la Mortola e Mentone.

Si è veduto come dalla massa gneissica e granitica del Clapier si diparta una gran zona di roccie antiche, la quale procede da ponente a levante fin nel cuore della Liguria, sul Chiaravagna. La porzione più orientale di questa plaga risulta, come si è avvertito, di roccie serpentinose che noi crediamo dover attribuire al trias inferiore. Prescindendo dai lembi terziari compresi in essa, residui rispettati da una ingentissima opera di denudazione, compiutasi probabilmente alla fine del miocene, e prescindendo altresì dalle alluvioni quaternarie, siffatta plaga comprende tuttavolta masse stratificate più o meno intimamente connesse alle serpentine, tra le quali, sulla carta geologica sopra citata, non figurano che le più importanti. Una di queste masse stratificate, che risulta principalmente di scisti talcosi, con calcescisti, quarziti ecc., forma come un cuneo tra Campofreddo e Voltri e si protende lungo il mare, a ponente e a levante. Un'altra si estende tra Arenzano e Cogoleto.

È poi da notarsi la catena tanto istruttiva dei rilievi di calcari dolomitici, spettanti al *Muschelkalk*, la quale limita a levante l'accennata formazione serpentinosa, dividendola dalla emersione ofiolitica eocenica, visibile sulla sinistra del Chiaravagna e presso la Bocchetta, rilievi dolomitici che ricompariscono in vari punti sulla sinistra del Lemmo presso Voltaggio.

Analoghe inclusioni di trias medio, nella formazione serpentinosa secondaria, si hanno ad Arenzano, a Cogoleto, a Corona e presso il Giovo di Santa Giustina.

Formazioni terziarie. — Siamo giunti al gruppo terziario, rappresentato largamente nella Liguria marittima e transappennina.

Eocene. — Nella parte occidentale del nostro campo d'investigazione,

l'eocene incomincia in riva del mare al capo della Mortola con assise nummulitiche riccamente fossilifere, limitate ad ovest dal cretaceo di Mentone e, facendo astrazione dai sedimenti pliocenici e quaternari che parzialmente lo ricoprono, si estende attraverso a tutta la provincia di Porto Maurizio fino alla foce del Neva. A nord-est il suo confine passa presso Arnasco e Nasino, ove è limitato da calcari triassici, segue poi, verso settentrione, una linea assai frastagliata, parallela alla valle del Tanaro, raggiunge la striscia cretacea di Upega e s'insinua quindi, pel Monte Bertrand (m. 2482), nell'alta valle del Vermenagna con propaggini prolungatissime verso nord-ovest.

Attorno al colle di Tenda (m. 1873), emergono dal pelago eocenico alcune isole triassiche. Alla cima delle Lose, tra le Alpi Marittime (a ponente di Bersezio), l'eocene, rappresentato da un piano ricco di nummuliti, s'innalza a 2800 metri sul livello del mare. I macigni superiori al piano nummulitico raggiungono poco lunge, all'Enchastraye, m. 2955 d'altitudine. Ciò secondo le recenti osservazioni di Sacco. [1] Alcuni lembi che sembrano spiccati dal gran mantello eocenico di cui è coperta quasi tutte la provincia di Porto Maurizio, si osservano nell'alta valle del Varo presso Poggetto Theniers, fra la Tinea e la Vesubia, tra i monti di Contes e di Berre, alla cima del Rocaillon e alla cima delle Calmette. Altri figurano nelle carte a pònente della via di Tenda (verso Piena), poi a nord del Moulinet, nella valle del Gesso presso Valdieri, alla Testa Ciaudon (m. 2365), al Passo Saline, e al Mongioie (m. 2631), quali circondati dal cretaceo, quali dal giuralias, quali dal trias, quali da terreni pertinenti a più d'un sistema.

La grande formazione eocenica della Liguria Marittima è quasi costantemente rappresentata, lungo il suo confine occidentale e settentrionale, da una zona irregolare di calcari bigi, bruni o rossastri, bene spesso arenacei, con rizopodi, coralli, conchiglie e qualche crostaceo, zona riferibile al piano medio o nummulitico, la quale si ritrova in parecchi lembi staccati nel Nizzardo. Le località più ricche di fossili sono: Roquestéron, la Palarea, l'Escarène, il Colle di Braus, i pressi di Mentone e della Mortola; più a levante, raccolsi pure nummuliti al Passo dell'Arpetta, alla Testa d'Alpe e, in scarsa copia, alla caverna della Giacheira sopra Pigna e sopra le Terre Bianche, non lunge da Santo Stefano.

---

[1] *Massima elevazione dell'eocene nelle Alpi occidentali italiane.* Torino, 1886.

In seguito ad uno studio assai accurato delle nummuliti del Nizzardo, De la Harpe riconobbe che appartengono a tre livelli, tutti e tre riferibili complessivamente al nummulitico medio.

Nel primo, o più recente, dominano la *Nummulites variolaria* e la *N. Guettardi*, associate alla *striata* e alla *Biarritzensis;* nel secondo o medio, si trovano prevalenti le assiline *(N. exponens, N. granulosa)* colla *N. Biarritzensis* e la *striata.* Nel terzo, o più antico, abbondano principalmente le *N. perforata* e *Lucasana* con grande varietà di forme.

Il primo livello si presenta alla Palarea e a Roquestéron, il secondo nella villa Hanbury, alla Mortola, il terzo nelle cave di pietra della Mortola e a Garavan (Mentone).

Il rimanente della plaga eocenica summentovata appartiene all'eocene superiore (liguriano) e consiste in stratificazioni di calcari marnosi a fucoidi, con *Chondrites intricatus, C. furcatus, C. Targionii* e *Helminthoida* di varie specie (subordinatamente, in calcescisti e scisti argillosi) che riposano sopra una potente formazione di macigno.

Sopra Diano, Oneglia, Porto Maurizio, Taggia, domina il calcare; sopra Santo Stefano, hanno ragguardevole sviluppo, oltre i calcari, anche le arenarie; verso San Remo, Ospedaletti, Bordighera, Alassio, prevalgono i macigni, che passano in qualche punto al conglomerato.

Tra Albenga e Alassio, le assise superiori della formazione arenacea si convertono localmente in un conglomerato poligenico, ora avellanare, ora pugillare od anche a cogoli più voluminosi, in cui, oltre ad alcune roccie triassiche ed eoceniche, ravviso elementi riferibili indubbiamente al cretaceo, il quale non si trova in posto in questa parte della Liguria. Tali elementi sono principalmente piromaca, calcari bruni e calcari glauconiosi.

L'arenaria è talvolta tutta impregnata di silice ed assume straordinaria durezza e tenacità; le superficie dei suoi strati sono spesso ricoperte di minuti cristallini quarzosi. Al di sotto dell'arenaria, si vedono calcari ed argilloscisti alternanti che reputo di poco superiori al nummulitico.

Il sig. Geny di Nizza, descrivendo certi crepacci seguiti da piccole frane, formatisi sui fianchi del Monte Nero presso Bordighera, [1] osservò, addossata alla formazione eocenica, una roccia arenacea e ciottolosa in cui credette di ravvisare polipai fossili e che fu da lui riferita al

---

[1] *Crevasses produites de nos jours sur certaines montagnes* (Congrès scientifique de France, 33e section, Nice, 1867).

tongriano. Colgo l'occasione propizia per avvertire che la roccia suacennata (i cui massi franati ostruirono al principio del 1865 la bocca di una galleria ferroviaria) appartiene indubbiamente all'eocene (all'orizzonte delle arenarie sottoposte ai calcari del *Flysch*) e non ricetta polipai fossili, ma modelli di grosse fucoidi.

Miocene. — A settentrione della ampia zona permiana compresa fra il Vermenagna e il litorale di Savona, zona frangiata, come si è detto, di assise triassiche, sono scaglionati sedimenti riferibili a vari piani del miocene e al quaternario. Il tongriano, con potenti conglomerati, mollasse ed arenarie fossiliferi, che offrono alternanza più volte ripetuta di sedimenti d'acqua dolce e marina, riposa direttamente sul suolo triassico a Monastero di Vasco, Bagnasco, Millesimo, e si estende ad una linea che passa per Vicoforte, un poco a sud di Ceva e a valle Saliceto, fino presso Cairo Montenotte. La formazione tongriana discende poi ai due lati della valle della Bormida di Spigno fino a Montechiaro ed occupa i frastagli del gran promontorio serpentinoso, solcato dall'Erro, dall'Orba, dalla Stura e dal Gorzente, per modo che il suo limite settentrionale tocca Cartosio, Cassinelle, Ovada, Lerma, Mornese, Carrosio.

Dopo il Lemmo, la zona tongriana di cui tengo discorso è limitata a mezzogiorno dall'eocene superiore del Genovesato fino a Rocchetta Ligure. Si trovano poi macchie tongriane affatto isolate a Cadibona in campo permiano, a settentrione di Altare in campo parte permiano e parte triassico, a Santa Giustina e a Sassello in campo ofiolitico triassico, tra il Tiglieto e Rossiglione in condizioni analoghe, a Savignone e al Monte Maggio, sulla destra della Scrivia, in campo eocenico.

A nord del confine del miocene inferiore, che passa per Vicoforte a monte di Ceva, a valle di Saliceto e presso Rocchetta Cengio, Cairo Montenotte, Brovida, Merana, Montechiaro, Cartosio, Cassinelle, Ovada, Lerma, Carrosio, Arquata, giacciono sedimenti attribuiti ai piani aquitaniano, langhiano ed elveziano. L'aquitaniano, poco distinto dal piano sottoposto, si presenta con banchi arenacei e marnoso-arenacei assai uniformi che bene spesso contengono residui di piante terrestri.

Non pochi geologi comprendono, sotto il nome di oligocene, l'aquitaniano, il tongriano, e il liguriano, perciocchè il concetto di siffatto gruppo, interposto fra il miocenico e l'eocenico, quadra colle condizioni statigrafiche dei terreni terziari della Germania settentrionale.

Presso di noi, l'aquitaniano ha maggiori affinità litologiche col langhiano che col tongriano, ma, in ordine ai fossili, si accosta più a que-

sto che a quello. D'altra parte, tra i conglomerati e le arenarie tongriane, da un lato, e i calcari e scisti del liguriano, dall'altro, v'ha un *hiatus* profondo, non solo nelle roccie e nei fossili, ma ancora nella stratigrafia. Le assise liguriane sono ripiegate, contorte, spezzate nei modi più capricciosi in tutti i monti della Liguria orientale ed occidentale; mentre quelle del tongriano, salvo alcuni casi affatto eccezionali, si presentano orizzontali o poco inclinate. Le seconde si vedono poi giacenti sulle prime, con spiccata discordanza, al promontorio di Portofino, nonchè presso Ronco e Voltaggio.

Il valore di queste osservazioni d'indole generale, che già furono esposte piu volte da me e da altri, non è menomato dalla analogia e dalle concordanze che il Sacco segnalava testé tra le assise superiori dell'eocene e le inferiori del tongriano nel Tortonese e propriamente in alcuni punti compresi fra S. Sebastiano Curone e la Borbera.[1] Ciò tantopiù che l'autore avverte come ivi compariscano strati di calcari ed arenarie che costituiscono *la parte superiore* del liguriano « *od anche un piano a parte, modeniano, come giustamente propone Pareto.* » Orbene, si è appunto l'abituale mancanza dell'orizzonte modeniano che induce gli accennati caratteri distintivi.

Il miocene medio si estende con zone successive, più o meno ampie, la prima di langhiano, la seconda di elveziano, la terza (che spesso manca) di tortoniano, nelle valli del Tanaro, della Bormida, della Scrivia, nonchè nel Monferrato e nel Tortonese; sulle due rive del Tanaro e principalmente sulla diritta, nelle vicinanze di Narzole, esso è coperto in parte da assise messiniane ricche di fossili, le quali soggiacciono al deposito pliocenico di Barolo e la Morra.

Poichè ho accennato al miocene medio, giova ricordare che una grande isola riferibile a questo gruppo, e precisamente al piano elveziano riposa sul trias del Finalese, a settentrione di Finalpia e Finalmarina, isola costituita di calcari grossolani fossiliferi (pietra di Finale), calcari arenacei, arenarie ecc.. Altra isola della medesima età e della stessa natura, ma più piccola, si trova, in condizioni analoghe a Verezzi.[2]

Pliocene. — Il pliocene è rappresentato in Liguria da tre piani che non sempre vanno nettamente distinti dai caratteri litologici e paleon-

---

[1] Boll. della Società geologica italiana, vol. VI, pag. 503.

[2] ISSEL A., *Contributi alla geologia ligustica* (estratti dal Bollettino del R. Com. Geol. 1885 e 1886). Roma, 1886.

tologici. L'inferiore risulta di argille e marne, il cui colore trae generalmente al grigio cenere e talvolta all'azzurrino; vi abbondano i fossili e in ispecie le grosse *Pleurotomidae,* columbelle, nasse, arche, ostriche, pettini; fra questi, caratteristici il *Pecten latissimus* e la *Pleuronectia cristata*; succedono ad esso sabbie e conglomerati, le prime non scarse di fossili, almeno in taluni punti, i secondi quasi destituiti di avanzi organici. Siccome la massima parte dei fossili propri alle sabbie si trova pure nelle marne e nelle argille, è assai difficile lo stabilire tra le due formazioni una distinzione fondata sulla paleontologia. Nelle sabbie mancano generalmente le *Pleuronectia* e scarseggiano le grosse *Pleurotoma*, mentre abbondano specie dei generi *Nassa*, *Venus*, *Lucina* ecc..

Finalmente, alla parte superiore del pliocene, si trovano, ma solo lungo il versante settentrionale dell'Appennino, depositi fossiliferi d'acqua dolce, riferibili al piano villafranchiano, i quali in gran parte furono recentemente descritti dal prof. Sacco. [1]

Questo geologo, tuttavolta, comprendendo nel villafranchiano una serie di depositi d'acqua dolce di varie età, alcuni cioè coevi all'astiano inferiore, altri all'astiano medio, altri al superiore, attribuisce al vocabolo di cui si tratta un significato affatto nuovo, quello cioè di una *facies* d'acqua dolce dell'astiano.

A me pare che, in omaggio alla legge di priorità e per non dar luogo ad una confusione dannosa, si debba ritornare al concetto di Pareto, il quale intendeva che il suo villafranchiano fosse posteriore all'astiano. Resta poi ad investigarsi se il piano di cui si tratta sia da riunirsi al pliocene e non piuttosto al postpliocene come credeva Pareto. Questa è più che altro questione di parole. Tuttavolta, mantenendo il villafranchiano nel pliocene, come ho fatto in un quadro cronologico dei terreni della Liguria testè pubblicato, [2] converrà associarvi i depositi più antichi delle breccie e delle caverne ossifere della Liguria; quelli cioè in cui si trovano *Elephas meridionalis* e *Hippopotamus major*.

Da quanto lo studio dei fossili permette di argomentare, tanto le sabbie quanto le marne e argille, dovrebbero ascriversi al pliocene

---

[1] *Il Villafranchiano al piede delle Alpi* (Bollettino del R. Comitato Geologico, anno 1886, n. 11-12).

[2] Boll. della Società geologica, vol. VI, pag. 207. Roma, 1887.

inferiore, che alcuni geologi distinguono colla denominazione di piacentino ed altri ascrivono all'astiano inferiore, non ammettendo un piano piacentino. Infatti, nel catalogo dei fossili di Castel d'Appio pubblicato dal Rivière, fossili che provengono da un giacimento superiore a gran parte dei conglomerati di Ventimiglia, figurano la *Ficula condita*, la *Pleuronectia cristata* e varie *Pleurotoma* proprie al pliocene inferiore. Fra 254 specie di molluschi, vi sono registrate 22 *Pleurotomidae*.

I conglomerati non costituiscono, come a tutta prima si potrebbe credere, un piano ben distinto del pliocene, superiore alle sabbie e alle marne, ma, siccome a queste bene spesso si sostituiscono, mi sembra che si debbano piuttosto considerare come una *facies* peculiare del pliocene, sia delle sue assise inferiori sia di quelle un pò meno antiche.

Già de Chambrun de Rosemont si studiò di dimostrare che i conglomerati della valle del Varo sono i resti d'un antico delta.[1] Poco dopo, Desor manifestò la convinzione che tutti i conglomerati della Riviera di Ponente, da lui detti *liguri*, avessero una tale origine, fossero cioè formazioni torrenziali depositate alla foce loro dal Varo, dal Roia, dal Nervia, dall'Arroscia ecc.[1] Egli diede inoltre a conoscere che il deposito di conglomerati del Varo si distingue da quello dei delta marini normali, perchè i suoi strati sono inclinati sull'orizzonte di 12° a 15°; sarebbe questo, secondo Desor, un carattere comune a parecchi delta torrenziali lacustri[2]. L'accennata disposizione tuttavolta non è peculiare al deposito della bassa valle del Varo e nemmeno alle assise di conglomerati pliocenici della Riviera, ma si trova in tutti i depositi pliocenici argillosi, sabbiosi o ciottolosi della Liguria e perciò nou si deve ascrivere alle condizioni nelle quali si producevano, ma sibbene ad un fenomeno avvenuto dopo la loro formazione, cioè ad un sollevamento che si manifestò con intensità crescente dalla riva del mare verso il crinale.

Il suolo della città di Mentone è costituito in gran parte di un lembo di pliocene, il quale da un lato è lambito dal mare, mentre dal-

---

[1] DE CHAMBRUN DE ROSEMONT A., *Ètudes géologiques sur le Var et le Rhône pendant les périodes tertiaires et quaternaires* (Annales de la Société des Lettres, Sciences et Arts des Alpes Maritimes, tome II. Nice, 1873).— *Sur le delta du Var et la période pluviaire.* (Bulletin de la Société Géologique de France, 3ᵉ série, tome V. Paris, 1887).

[2] Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 16 février 1880.

l'altro se ne allontana di oltre due chilometri e raggiunge circa 200 m. d'altitudine. Questo lembo riposa in gran parte sul nummulitico e si può studiare nel miglior modo percorrendo la cosidetta valle di Mentone. In riva al mare, esso è costituito di sabbione giallastro; più innanzi, passa ad un conglomerato a piccoli elementi, nel quale si distinguono ciottoli di quarzo, di anfibolite, di micascisto e, se non m'inganno, anche di granito roseo; dopo il sabbione e il conglomerato, che rappresentano la parte superiore della formazione, si osservano marne micacee ed argille con vene di lignite. Ciò che vi ha di più notevole in siffatta formazione si è che i suoi strati sono stranamente raddrizzati. Nella valle di Mentone, di contro al *Chalet Victoria*, infatti, si presentano diretti circa a N. 25° O. mg. con immersione a N. 115° O. ed inclinazione di ben 50°! Più innanzi, dopo la villa dell'abate Rocca, l'immersione si verifica in senso opposto, e da ciò argomento che le assise di cui si tratta sieno parte di una gran volta, della quale manca la porzione superiore. In altri punti della formazione, ho osservato soluzioni di continuità nella stratificazione che accennano a piccole fratture con rigetto.

Io non ho osservato in alcun luogo sedimenti pliocenici, la cui posizione originaria abbia subito sì grave turbamento e dubito che questa condizione loro, veramente eccezionale, non sia estranea alle cause che determinarono gli scuotimenti tellurici del 23 febbraio.

Altro lembo più piccolo si trova a Roccabruna ed è prevalentemente costituito di conglomerato simile a quello che si osserva alla foce del Varo.

Nelle vicinanze di Ventimiglia, la formazione pliocenica risulta di marne arenacee, e sabbie alternanti con conglomerati. Questi sono costituiti di ciottoli di calcari, quarziti, scisti cristallini, porfido rosso. Alcune di tali roccie, come il porfido rosso e la quarzite, provengono dal sistema permiano e non si trovano in posto che in località assai lontane.

I ciottoli di calcare, presso Castel d'Appio e probabilmente altrove, sono spesso coperti di una patina rossiccia e distintamente impressi. Credo che qui, come in altre località, la patina e l'impressione sieno conseguenza di un medesimo fenomeno chimico.

La zona pliocenica di Ventimiglia, che è di gran lunga la più cospicua della Liguria, incomincia verso levante a Bordighera, che è in parte fondata su questo terreno, e si estende a ponente fino a Pian di Latte. Di colà, il suo confine occidentale volge a nord-ovest e rag-

giunge il Rio di Latte, lo segue per lungo tratto, cioè fino a Sant'Antonio, poi, dopo una punta verso Serro, scende alla Bevera, la quale fino alla sua confluenza col Roia ne costituisce il confine settentrionale. Sulla sinistra del Roia il pliocene giunge a minor distanza dal mare, ma risale poi mercè una linea di confine diretta a nord-est, fino ai pressi di Ciaise, d'onde discende nella valle del Nervia al di sotto di Camporosso, per poi risalire fin quasi a Vallecrosia e guadagnar Bordighera per Cima dei Monti e il Colletto.

I sedimenti pliocenici delle vicinanze di Bordighera sono prevalentemente arenacei e in alcuni punti assai ricchi di fossili.

Sotto Castel d'Appio, massime nei campi coltivati che si trovano un po' al di sotto dei ruderi del castello, s'incontrano fossili. Rivière pubblicò, non è molto, un elenco di 262 specie di questa località, il quale comprende 2 anellidi, 2 brachiopodi, 87 acefali, 1 pteropodo, 166 gasteropodi, 1 briozoario, 1 echinoderma e 2 polipai. [1]

Un piccolo lembo di questa zona, che direbbesi distaccato dalla massa principale, si trova al Monte Bellinda, sopra la Mortola, ove raggiunge la massima altitudine fin qui accertata in questa formazione, cioè m. 550. Esso lembo fu primamente indicato da Gaudin e Moggridge, in una loro memoria comparsa fin dal 1864 nel *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles* (tomo VIII, N. 52); recentemente poi il prof. Taramelli ne ha accertata la natura e l'altitudine.

In una sua memoria, pubblicata nel 1874 nella *Revue de Nice*, col titolo « *Terrains tertiaires du département des Alpes Maritimes* » il dottore Niepce di Nizza scrive che le puddinghe plioceniche raggiungono il loro punto culminante a 1585 metri d'altitudine, sul monte Testa d'Alpe al nord di Bordighera. Ho visitato poco fa questo monte ed ho potuto accertarmi che esso e le alture circostanti non presentano traccia alcuna di deposito pliocenico. La sua parte superiore e le vette più prossime della medesima catena sono costituite di calcari nummulitici, i quali riposano sopra calcari e calcescisti mesozoici (cretacei).

Nei pressi di San Remo, il pliocene costituisce principalmente una piccola isola situata a sinistra del Rivo Borgo, sopra una altura detta della Madonna della Costa, dal santuario omonimo.

Il lembo di pliocene che denominerò di Taggia, dal nome del tor-

---

[1] *Le pliocène de Castel d'Appio en Italie* etc. (Association française pour l'Avancement des Sciences, compte rendu du Congrès de Montpellier. Paris, 1880).

rente che l'attraversa, si estende tra il torrente Arma e il Monte Colmo, presso Santo Stefano, salvo qualche interruzione. A monte, risale a nord di Bussana, sui fianchi dell'altura denominata I Colli, s'insinua poi nella valle dell'Argentina o torrente di Taggia, fino quasi a questa città (la quale tuttavolta è fondata sui calcari eocenici a fucoidi) e si innalza quindi a levante di Taggia fino a Castellaro.

Lungo l'Argentina, nel fondo della valle, il deposito pliocenico rimane quasi completamente coperto da alluvioni quaternarie e recenti. A levante della strada che conduce da Taggia alla stazione ferroviaria, si manifesta però alla superficie con argille azzurre che servono a fabbricare tegole e mattoni.

Questo giacimento riposa sui calcari eocenici ed è costituito quasi esclusivamente di conglomerati alternanti con sabbie, con cemento ora argilloso, ora argilloso-calcareo e bene spesso rubiginoso. Gli elementi del conglomerato sono generalmente grossi e forniti dalle roccie del territorio circonvicino. Sopra alcuni ciottoli, lungo la via dall'Arma a Bussana, osservai piccole ostriche. Tra gli strati sabbiosi, si trovano intercalati, nella parte media del giacimento, depositi marnosi ed argillosi, uno dei quali alimenta una fornace da mattoni anche lungo la strada già ricordata.

Fra il colle o monte di Santo Stefano, prevalentemente costituito di psammite eocenica, a strati quasi orizzontali, alternanti alla base con letti di scisto argilloso, e il Monte Negro, che risulta di calcari eocenici metamorfosati, si trova il piccolo bacino detto delle Terre Bianche, occupato da marne giallastre e bianchiccie che si fanno superiormente sabbiose e ghiaiose e si riducono superficialmente in un conglomerato. Questa formazione, la quale raggiunge presso a poco una trentina di metri di potenza, presenta strati lievemente inclinati verso il mare. Alla parte superiore, il conglomerato ghiaioso e la sabbia ricettano pettini, ostriche ed altri fossili in cattivo stato di conservazione. È notevole, nel deposito delle Terre Bianche, il fatto che si notano, alternanti cogli strati marnosi e sabbiosi, sottilissimi letti, direi quasi sepimenti, di calcare concrezionato e rubiginoso che reputo dovuti all'azione di sorgenti minerali subacquee. [1]

Taccio di altri piccoli lembi pliocenici, non ben deliminati ancora, che giacciono nei pressi di S. Lorenzo.

---

[1] Vedi a questo proposito una mia nota nel Boll. del R. Comit. Geol., anno 1876, n. 11-12

Sopra Porto Maurizio, la formazione pliocenica comincia appena fuori della città verso nord-est e si estende in due propaggini irregolari, da una parte, fino ai monti Bandelin, Barbandré e Rosa, e dall'altra, fin presso Cantalupo e Caramagna. Framezzo a queste due propaggini, emerge il territorio di Artalla sul calcare eocenico. Il pliocene dei pressi di Porto Maurizio risulta in basso di sabbie biancastre fossilifere, in alto di conglomerati poco saldi.

A Costa Rossa sopra Oneglia, a poca distanza dall'Impero, si osserva un limitatissimo deposito di conglomerato pliocenico.

Verso levante, s'incontra un' altra isola pliocenica compresa fra il torrente di S. Pietro e il rivo di Varcavello ed ha per centro Diano Castello. Inferiormente, essa presenta un sabbione giallastro e in qualche punto argilla che si estrae per fabbricarne mattoni; sopra vi ha un po' di conglomerato ad elementi calcarei.

A destra del torrente Cervo, gli scisti e i calcari dell'eocene superiore sostengono una piccola zona pliocenica, la quale incomincia a 700 m. dal mare e si estende verso settentrione, per un bel tratto oltre Pairolo e Costa, mantenendosi assai limitata in larghezza, tranne verso la sua estremità settentrionale, ove può raggiungere circa un un chilometro. Questa formazione presenta in basso marne sabbiose e in alto conglomerati ghiaiosi e ciottolosi poco resistenti. Gli strati pendono lievemente verso il mare. Lungo la via di Pairolo, la quale segue un torrentello corrispondente all'asse della formazione, si osserva nella parte inferiore di essa un banco formato quasi esclusivamente di tritume di pettini. A Pairolo, sulla piazza della chiesa, si vedono nella roccia argillosa modelli di grossi litodomi.

La formazione pliocenica di Albenga, la più estesa della Liguria dopo quella di Ventimiglia, occupa il territorio compreso fra il Neva e l'Arroscia fino alle vicinanze di Arnasco e di Vendone, a nord, e fino ad Ortovero, a sud. Sulla sinistra dell'Arroscia, essa cuopre le colline di Cisano, Campochiesa e Peagna e si accosta a Ceriale. A mezzogiorno di Campochiesa, come in tutta la zona litorale compresa fra Ceriale e Albenga, essa formazione rimane coperta da alluvioni quaternarie e recenti depositate dal Neva e dal Torsero.

Anche nel territorio d'Albenga il pliocene è costituito superiormente di conglomerati e inferiormente di sabbie, marne e argille. Nell'alveo del Rio Torsero, alla parte superiore di esso, vedesi il deposito pliocenico costituito di sabbione giallo e conglomerati, in strati un po' pendenti verso il mare, sottoposto ad una assisa quaternaria perfettamente

orizzontale di terra rossa, con frammenti angolosi di roccie antiche e ciottoli nella parte inferiore. Più a valle, si trova scoperta la sabbia pliocenica lungo il Torsero ed appariscono nell'alveo di esso straterelli di marne arenacee.

Fin dal 1827, il prof. Sasso pubblicava un *Saggio geologico* sopra il bacino terziario d'Albenga [1], in cui recava un elenco di 174 specie di fossili (tra le quali 10 nuove) di questo giacimento. Si tratta di un lavoro condotto con diligenza, il quale, tenuto conto dei tempi e delle condizioni in cui scrisse l'autore, si può tuttora consultare con profitto. Da Sasso in poi si è grandemente accresciuto il numero delle specie di fossili raccolte nel bacino d'Albenga, talchè nella sola collezione del Museo geologico di Genova se ne contano più di 200.

Giova notare, a proposito, che in uno dei punti più ricchi di fossili, nell'aveo del Rio Torsero, furono rinvenuti dal dottor Morelli, fra molte altre conchiglie, numerosi esemplari di *Ancillaria*, appartenenti alcuni al tipo della specie *obsoleta*, altri ad una varietà della stessa. Il sospetto che i sedimenti del Rio Torsero si riferiscano ad uno degli orizzonti superiori del miocene, anzichè al pliocene, sospetto suggerito dal ritrovamento di quelle ancillarie, si manifesta insussistente se si consideri il complesso dei fossili del medesimo giacimento e i suoi caratteri litologici e stratigrafici.

Nei pressi di Campochiesa, il pliocene emerge superficialmente con conglomerati ad elementi calcari e quarzosi mal connessi, che facilmente si confondono coi conglomerati quaternari, ciò tantopiù che questi bene spesso risultano formati dal rimaneggiamento dei primi.

Nei colli che sorgono a levante di Cisano, sulla riva sinistra del Neva ed anche in piccola parte sulla sua destra di questo torrente, il conglomerato si fa più saldo e raggiunge in alcuni punti tal compattezza da servir di pietra da macina. Ciò proviene da che gli elementi di cui risulta sono localmente cementati da silice calcedoniosa. [2] Gli strati della pietra di Cisano sono immersi a mezzogiorno con inclinazione di 30° a 40°.

Dopo Ceriale, verso levante, il pliocene comparisce presso Pietra Ligure in un piccolo deposito d'argilla azzurra rimaneggiata, che si adopera per fabbricar mattoni. Questo è in gran parte coperto di alluvioni quaternarie e recenti e merita di essere ricordato solo per la circostanza

[1] Giornale Ligustico di Scienze Lettere ed Arti, fascicolo V. Genova, 1827.

[2] Questa silice sembra un prodotto di antichi fenomeni idrotermali.

che vi si raccolsero pochi avanzi scheletrici appartenenti all'uomo o ad un animale assai affine all'uomo stesso.

Nel Savonese, il pliocene ricomparisce sulla riva sinistra del Segno sopra Vado, ad oltre due chilometri dal mare, risale alquanto sul monte Costa delle Rocche, poi discende sotto Tessano e si estende nella valle del Quiliano, rimanendo però coperto, presso questo torrente, da alluvioni quaternarie e recenti.

Sulla sinistra del Quiliano, la formazione incomincia a monte di S. Pietro e il suo confine discende poscia alla Casa dello Svizzero, e sotto Piazza Doria, fino ai piani del Letimbro, in cui le argille plioceniche, coperte però in gran parte da sedimenti odierni, raggiungono quasi il sobborgo di Lavagnola.

Gran parte della stessa città di Savona riposa pure su sedimenti pliocenici e in ispecie quel tratto compreso fra la piazza Chiabrera e il Castello.

A levante di Savona, ricomparisce il pliocene dopo Valloria e si estende fino alle spalle di Albissola Marina, risalendo lungo il Sansobia fino a monte della Villa Faraggiana. Sulla sinistra del torrente, comparisce ancora in alcune ville a settentrione della via nazionale.

Nella valle del Segno, il pliocene risulta principalmente di sabbie gialle e di marne sabbiose, alle quali si sovrappone, a monte di Bossarino, un potente deposito di ghiaie e conglomerati a cemento rubiginoso. Le sabbie e i conglomerati presentano strati più o meno immersi a mezzogiorno. In alcuni punti la loro inclinazione raggiunge 30° a 35°, ma è forse da attribuirsi, in parte, a che furono depositati alla foce di un antico corso d'acqua, se, come credo, rappresentano anche questi un antico delta torrenziale. Notevole la collina alle falde della quale è edificata la chiesa parrocchiale di Vado, perchè ricca di materiali ferrugginosi, che vi costituiscono numerosi noduli di concentrazione. Bene spesso si trovano in questa località corpi organici e specialmente fusti di pianticelle convertiti in pirite o limonite.

Verso Savona, prevalgono nella formazione pliocenica le argille grigie (che alimentano le fabbriche di mattoni e di stoviglie grossolane di Zinola, delle Fornaci e di Albissola), nonchè marne cineree, talvolta un po' sabbiose. Nella parte superiore di essa, tuttavolta, e per esempio a Piazza Doria, si danno sabbie minute. Le località di Zinola e delle Fornaci sono ricchissime di fossili, in gran parte perfettamente conservati.

Oltre ad alcuni avanzi di uno scheletro, il quale da principio si riteneva umano, ed ora, dopo recenti investigazioni, si dubita possa rife-

rirsi invece ad un mammifero prossimo all'uomo, scheletro rinvenuto nella stessa città di Savona, il giacimento di cui tengo discorso somministrò resti di *Mastodon*, di *Rhinoceros*, di *Balaenoptera*, di delfino (?), di pinnipedi e 16 specie di pesci pertinenti ai generi *Odontaspis*, *Carcharodon*, *Oxyrhina*, *Galeocerdo*, *Pharyngodopilus*, *Callorhyncus*, *Chrysophrys*, *Acanthias*, ecc. In fatto di invertebrati, vi si raccolsero: crostacei (*Portunus*, *Cancer*, *Cliocephalus*, *Cœloma*, cirripedi diversi), almeno 300 specie di molluschi, parecchi brachiopodi, 8 specie di echinodermi, tra i quali è rappresentato il genere *Clypeaster*, 9 o 10 specie di coralli, alcuni briozoi ed una settantina almeno di rizopodi. Sono finalmente a ricordarsi avanzi di conifere, di palme e di *Zoophycos*. Fra le specie di molluschi, circa 35 per 100 sono comprese nella fauna odierna; le altre tutte sono estinte. Una tal proporzione corrisponde a quella che si da pel pliocene più antico.

Il dottore Squinabol ed io attendiamo a preparare un catalogo dei fossili di Savona, escluse le foraminifere, di cui si occupò il dottor Mariani, e i crostacei che furono già studiati dal Ristori. [1]

A levante di Savona, ricomparisce la formazione pliocenica ad Albissola con argille e marne povere di fossili.

Lungo la strada tra Cogoleto ed Arenzano, presso quest'ultimo paese, nel punto denominato Terralba, vi ha un piccolo lembo di argille grigie plioceniche che si adoperano a fabbricar mattoni. Ivi, i fossili, assai scarsi, spettano alle specie più comuni a Savona e a Genova.

Si ritrovano i sedimenti pliocenici poco lungi, a Voltri, ma sotto un aspetto diverso dal consueto. Fra i torrenti Cerusa ed Acquasanta, a circa mezzo chilometro dal mare, giacciono, sulle stratificazioni di scisti talcosi del trias inferiore, letti di sabbia fossilifera, grigia e giallastra immersi a sud-ovest, con inclinazione di quasi 20°; alla parte superiore, questa sabbia si fa a grossi elementi e si concreta in un conglomerato ghiaioso, contenente frammenti e ghiaie di serpentina e di talcoscisto. Mentre la forma litologica della formazione accenna al pliocene medio o superiore, vale a dire al piano delle sabbie gialle, i suoi fossili dimostrano che si tratta del medesimo orizzonte di Albenga, di Savona e di Genova, il quale è quì rappresentato da un deposito di spiaggia. Questi fossili sono: *Carcharodon megalodon*, *Lamna dubia*, *Conus antidilu-*

---

[1] *I crostacei brachiuri e anomuri del pliocene italiano* (Boll. della Soc. Geolog. italiana, vol. V. Roma, 1886).

vianus, *Pecten latissimus*, *P. glaber*, *Ostrea cochlear*, *O. exasperata*, *Isis Melitensis*, ecc. ecc.

Il terreno pliocenico di Genova costituisce una zona allungata da N.O a S.E che misura presso a poco un chilometro e mezzo di larghezza. Esso riposa sopra il calcare a fucoidi dell'eocene e ne occupa le anfrattuosità; dalle alture di Carignano e dell'Acquasola, scende fino al mare, nel quale s'immerge, e verso levante passa verosimilmente sotto le alluvioni del Bisagno, per ricomparire a sinistra di questo torrente sotto l'abitato di S. Fruttuoso e d'Albaro.

La potenza massima della formazione non può superare in Genova i 50 metri. I materiali di cui risulta sono, in basso, marne finissime, di color cenerino e, superiormente, marne dello stesso colore un po' arenacee.

I fossili, poco abbondanti e relativamente ad altri lembi della stessa età, non ben conservati, sono: i resti di 4 specie di pesci, fra i quali le piastre dentali di un nuovo *Myliobates* (*M. ligusticus*, Issel), di crostacei brachiuri, 100 specie di conchiglie, 2 specie di brachiopodi, 5 specie di coralli, parecchi briozoi e rizopodi, nonchè coni di conifere e frammenti di fusti carbonizzati. [1]

I fossili terrestri dimostrano che i sedimenti pliocenici di Genova appartengono ad una formazione litorale. Taluni fossili marini che non allignano nelle acque sottili attestano uno spiccato carattere d'alto fondo. Il residuo di depositi pliocenici, osservato a maggior altitudine è quello veduto da Canobbio e Pareto sul Colle d'Oregina a circa un centinaio di metri sul mare e consiste in piccola quantità di conglomerato ghiaioso, marino, con pettini, che rappresenta forse una formazione di spiaggia contemporanea alle marne precitate.

Altri piccolissimi lembi pliocenici, poco elevati sul livello del mare, si trovano a Quarto e a Pieve di Sori, e sono gli ultimi che appariscano verso levante nella Liguria.

Formazioni quaternarie. — I depositi quaternari della Liguria consistono in anguste zone o piccoli lembi che si possono comprendere sotto le rubriche seguenti:

1 Spiaggie emerse e formazioni analoghe;

2. Alluvioni antiche e recenti;

---

[1] *Appunti paleontologici.* I; *Fossili delle marne di Genova* (Annali del Museo Civico di Genova, vol. IX, 1876-1877). — Appendice (Come sopra, vol. X, 1877).

3. Morene;
4. Breccie ossifere;
5. Travertini;
6. Dune.

Spiaggie emerse. — Alla estremità meridionale della penisola di Sant'Ospizio, presso Nizza, si trova un deposito marino, conchiglifero, sollevato ad una ventina di metri sul livello marino, che è conosciuto da lungo tempo per le descrizioni datene da Risso e poi da Lamarmora. Si tratta di un calcare concrezionato, che potrebbe dirsi una panchina, il quale passa superiormente ad una sabbia e riposa sopra un calcare cretaceo. Risso enumera un centinaio di fossili in questa formazione e, a quanto si può argomentare dal suo catalogo, la cui nomenclatura è scorretta e ormai antiquata, le specie son tutte o quasi tutte viventi nel vicino mare. In alcuni punti, alla base della penisola, il giacimento consiste solo in un sabbione senza fossili, a strati immersi verso est.

Colla scorta di indicazioni somministrategli da Spada Lavini, Lamarmora rinvenne un secondo lembo di questa formazione all'ovest del piccolo istmo che unisce al continente il promontorio sul quale è collocata la città di Monaco. La roccia è qui una specie d'arenaria abbastanza resistente da servire di pietra da costruzione. [1] Il prof. Gentile mi donò vari fossili di questo deposito, fra i quali le specie: *Cerithium vulgatum*, Brug.; *Turbo rugosus*, Lin.; *Lima squamosa*, Lam.; *Spondylus gaederopus*, Lin.; *Arca barbata*, Lin.; *Venus verrucosa*, Lin; *Cardium edule*, Lin.; tutte viventi. [2]

A ponente delle caverne dei Balzi Rossi, che somministrarono così copiosi materiali per lo studio dell'uomo dell'età litica, lungo il sentiero che conduce a Mentone, si trova una formazione arenacea, oscuramente stratificata, ricca di conchiglie terrestri, la quale ebbe origine (almeno parzialmente), se non sono in errore, sotto il livello del mare; questa offre, alla parte superiore, frammenti angolosi di roccia e passa insensibilmente alla breccia ossifera (ora in gran parte asportata) che si estendeva all'innanzi delle caverne e ne occupava il fondo, breccia formatasi sopra il livello marino col concorso delle acque di dilavamento.

Un piccolo residuo della stessa formazione litorale, che doveva occupare altra volta una estensione ben maggiore, si trova alla punta della Mortola nelle anfrattuosità del calcare nummulitico.

---

[1] LAMARMORA, *Voyage en Sardaigne*, tome I, pag. 346. Turin — Paris, 1857.

[2] Niepce cita la *Caryophyllia cespitosa* dello stesso giacimento.

Giacimento del Capo delle Mele. — Fra i giacimenti quaternari marini della Liguria marittima, merita special menzione, pel suo sviluppo in superficie e sopratutto per la sua altitudine, quello che occupa gran parte del litorale compreso fra Andora e Alassio [1]. Esso si presenta in piccoli lembi nel suolo stesso di questa città e lungo le colline che s'innalzano alle sue spalle; ricomparisce poi sul versante nord-est del Capo delle Mele e ivi raggiunge le proporzioni maggiori, risalendo a circa 150 metri d'altitudine. (Tav. XII, fig. 4). Finalmente, si presenta ancora sul fianco opposto del promontorio che costituisce il detto capo, un po' a mezzogiorno del faro.

Il giacimento di cui si tratta consiste in sabbia calcarea grigia o bruna, più o meno aggregata da un cemento bene spesso rubiginoso, sabbia contenente frammenti di calcare angolosi, tanto abbondanti in certi tratti da convertire il deposito in una breccia, e altrove ciottoli poco numerosi.

Laddove la sabbia non è commista a frammenti di roccia, si mostra ricca di fossili che sono conchiglie terrestri, bene spesso in buono stato di conservazione, e testacei marini, ridotti per lo più a tritume. Le une e gli altri spettano a specie per la massima parte viventi. Osservai fossili marini fino a 95 metri d'altitudine e conchiglie terrestri anche ad un livello superiore. [2]

Procedendo da Laigueglia verso Pigna d'Andora, per la via maestra, si osserva da principio una estesa spiaggia d'arena calcarea, assai fina, spiaggia la quale a poco a poco si fa più angusta, finchè, passato il camposanto del paese, è ridotta a strettissima striscia; ivi essa non è più sabbiosa, ma coperta di ciottoli. Ove comincia la salita del Capo delle Mele, manca affatto la spiaggia e si osservano al battente del mare le testate di assise marnoso-calcaree, eoceniche, inclinate a monte di circa 40°. Su queste assise, a poco più di un metro e mezzo sopra il livello medio del mare, si trova adagiato un conglomerato a cemento arenaceo, poco resistente e a stratificazione oscura, il quale raggiunge la spessezza di due o tre metri, secondo i punti. I suoi cogoli sono quasi tutti calcari e in gran pran parte forati dai litofagi; i più grossi rag-

---

[1] Vedasi in proposito una mia nota nei Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences, séance du 14 novembre 1887.

[2] Le conchiglie terrestri sono principalmente: *Helix nemoralis*, *H. cespitum*, *Cyclostoma elegans*, ecc.; fra i fossili marini, si trovano frammenti di *Cerithium*, di *Cordium*, di *Venus*, foraminifere, ecc.

giungono la lunghezza di mezzo metro nell'asse maggiore e si trovano alla base della formazione; in alto, sono generalmente assai più piccoli.

Alla parte superiore dell'assisa ciottolosa, questa passa al deposito arenaceo di cui ho descritte le condizioni generali, senza che vi sia una separazione ben netta fra il primo e il secondo (Tav. XII fig. 5). Infatti, il cemento del conglomerato ha, come ho detto, la costituzione arenacea del deposito stesso, il quale, inoltre, contiene piccoli ciottoli sparsi, sempre più radi quanto più s'innalza sul mare.

Non ho mancato di rendermi conto dell'altitudine massima alla quale giungono tali ciottoli ed ho trovato che si mostrano ad un livello accusato dall'aneroide da una differenza di 4 millim., rispetto al battente del mare, il che, tenuto conto della temperatura nel momento della osservazione, equivale presso a poco a 45 metri.

Il ciottolo che osservai nel punto più elevato era grosso come il pugno, e formato di calcare compatto, ma non forato dai litofagi. Mi è nato il sospetto che questo ciottolo ed altri, rinvenuti alle maggiori altitudini sul livello marino, potessero provenire da qualche giacimento più antico del quaternario, ma non avendo rinvenuto sul Capo delle Mele e sui monti soprastanti alcuna traccia di formazione pliocenica o miocenica, nè tampoco elementi di quel conglomerato liguriano già descritto precedentemente, conglomerato che comparisce fra Alassio e Albenga, ho dovuto inferirne che questo ciottolo e l'arena in cui era contenuto, fossero colà depositati dal mare.

Il deposito, essendo di sua natura poco resistente e trovandosi sopra pendii generalmente ripidissimi, ha subìto una ingente degradazione per effetto degli agenti esterni. Alla base, è battuto in breccia dalle onde marine, le quali vanno necessariamente logorando le assise inferiori della formazione, facendo quindi strapiombare quelle che sono immediamente sovrapposte; in alto, è profondamente inciso e dilavato dalle acque superficiali, talchè ad ogni pioggia gran copia dei suoi detriti vien trascinata al mare.

Laddove il deposito è potente e meglio conservato, si presenta in strati più o meno distinti, i quali sembrano secondare fino ad un certo segno l'andamento delle assise di calcare eocenico sottoposte.

In un suo pregiato scritto intorno ai *Terreni terziari presso il capo La Mortola in Liguria* [1], il prof. Taramelli avanza il supposto che

---

[1] Rendiconto del R. Istituto Lombardo, serie II, vol, II, fasc. XIX.

la sabbia con testacei marini osservata da me al Capo delle Mele potrebbe essere trasportata dal vento come quella delle Arene Candide, presso Finale, ed in ciò conviene col dottore E. Clerici, il quale, dopo aver visitato il giacimento di cui si tratta, esprimeva fin dallo scorso novembre in una sua lettera, l'avviso che fosse dovuto ad un fenomeno analogo a quello da cui ripete la sua origine la duna delle Arene Candide. Il dubbio esposto nacque anche a me, ma non credetti di poter ascrivere ad una semplice duna il giacimento di cui si tratta per le considerazioni seguenti:

1. Manca d'innanzi al Capo delle Mele la spiaggia dalla quale il vento avrebbe potuto trarre la sabbia; ivi, infatti, la costa è a picco.

2. Le due spiaggie più vicine, cioè quella di Laigueglia, a levante, e di Andora, a ponente, presentano arena bianca e non rubiginosa come quella del Capo delle Mele.

3. Mentre un lembo di detta formazione è esposto a sud-ovest, l'altro è rivolto invece a nord-est; è difficile spiegare, perciò, come la supposta duna abbia potuto rivestire due fianchi opposti dello stesso promontorio, mentre altrove, in condizioni analoghe, rimane coperto di sabbia solo quel lato dello sprone che è esposto alla traversia dominante.

4. La formazione è distintamente stratificata, almeno nei cinquanta metri inferiori, ed acclude in questa parte ciottoli e ghiaie e superiormente, in alcuni punti, frammenti di roccia angolosi.

5. La sabbia non è sciolta come quella delle Arene Candide, ma concreta; in alcuni punti costituisce una arenaria salda.

Visitata di nuovo la località al principio di quest'anno, ho dovuto persuadermi che malgrado le obbiezioni surriferite, i caratteri più spiccati del deposito, per quanto ha tratto alla sua parte superiore, sono propriamente inconciliabili colla interpretazione già da me prima d'ora accettata e non si possono spiegare in modo soddisfacente se non invocando un trasporto per opera dei venti, come ammettono, a titolo di ipotesi, Taramelli e Clerici. Infatti, esso risulta di elementi sempre sottilissimi, se si prescinda da detriti caduti evidentemente dall'alto, e contiene in prevalenza le conchiglie terrestri che vivono sulle arene, con pochi fossili marini, i quali, perchè tutti minutissimi e leggieri, possono essere stati trasportati dal vento. La forma stessa del deposito, modellato sulle anfrattuosità delle rupi che esso ricopre a guisa di mantello, non va d'accordo con quella che si verifica nei casi consueti di sedimenti quaternari marini.

Quanto alla mia principale obbiezione, desunta dal fatto che il deposito è talvolta nettamento e regolarmente stratificato, vale per la porzione inferiore di esso, ma non per la superiore, nella quale ho verificato che gli strati appariscono solo per piccoli tratti e che sono in gran parte trasgressivi o discordanti come quelli delle dune (Tav. XII, figura 6).

Ad interpretare condizioni così strane ed abberranti e ad attutire le difficoltà che opposi da principio al modo di vedere dei colleghi precitati, mi pare che sarebbe inadeguata da sola l'ipotesi d'una formazione aerea pura e semplice. Si potrebbe invece ricorrere alla successione di fenomeni quì appresso enumerati, tra i quali avrebbe avuto precipua parte l'adunarsi della rena sollevata dal vento.

1. Si solleva il litorale del Capo delle Mele ed emerge un deposito ciottoloso ed arenaceo di più diecine di metri d'altitudine, insieme ad una estesa spiaggia coperta di arene minute e rugginose (quaternario antico).

2. Da questa spiaggia venti gagliardissimi, turbinosi asportano rena conchiglifera e la depositano a nord-est e a sud-ovest del capo fino a più di 160 metri d'altitudine (quaternario superiore).

3. Sotto l'azione delle acque piovane e di dilavamento, la rena essendo calcare e rubiginosa, si cementa. I materiali ferruginosi che concorrono ad operare la cementazione sono pur somministrati, probabilmente, dai calcari marnosi di cui è costituita la vetta del promontorio (quaternario superiore ed attuale).

4. Un avvallamento posteriore sommerge la spiaggia (dalla quale furono sottratte le arene) e parte del deposito ciottoloso superiore alla spiaggia. Il residuo è battuto in breccia dalle onde marine che tendono a distruggerlo. Frattanto la duna ha cessato di accrescersi ed anzi, per opera dell'erosione, va rapidamente scemando. Si sottraggono ad una rapida distruzione le parti di essa più saldamente cementate e quelle coperte di materiali detritici caduti dall'alto (attuale).

Sono inclinato ad attribuire l'origine stessa delle sabbie superiori del Capo delle Mele a certi piccoli lembi arenacei e rubiginosi, senza fossili, che osservai presso Ospedaletti e lungo la strada maestra fra questa città e San Remo, fino ad una cinquantina di metri d'altitudine.

Altri depositi indubbiamente coevi o di poco posteriori a quello che si trova alla base del Capo delle Mele, sono i banchi di ciottoli e di ghiaie che si osservano lungo i litorali di Varazze, Cogoleto e Voltri.

Alla Fontanella, lungo la via maestra del litorale, fra Voltri e

Arenzano, si vedono ciottoli marini e frammenti angolosi di roccia, cementati da terra rossa fino a circa 25 m. d'altitudine.

Fra Cogoleto e Arenzano, ove tali depositi si presentano nelle condizioni più istruttive, essi risultano in basso di grossi ciottoli o massi e superiormente di ciottoli minuti e ghiaie regolarmente stratificati; talvolta, passano inferiormente ad una breccia a cemento rossiccio, che si vede riposare sopra le roccie antiche (pertinenti al trias inferiore). Il complesso del deposito non raggiunge che 7 a 8 metri di potenza massima e s'innalza a non più di 20 metri sul livello del mare. I ciottoli e le ghiaie sono costituiti delle stesse roccie, prevalentemente pietre verdi, di cui risulta il litorale e per una leggera alterazione superficiale si distinguono facilmente da quelli della spiaggia odierna.

Alluvioni antiche e recenti. — Se ci facciamo a considerare le formazioni quaternarie estramarine, dobbiamo innanzi tutto portare la nostra attenzione sulle grandi alluvioni più o meno antiche, situate presso la foce dei fiumi e torrenti, avvertendo tuttavolta che in alcuni territori, come alle foci del Varo, del Centa e del Segno, si confondono facilmente coi conglomerati del pliocene superiore e altrove, come nelle valli della Bormida e del Tanaro, è facile scambiarle con quelli del miocene inferiore. Siffatte alluvioni risultano in generale di ciottoli tanto più voluminosi quanto più profondi, ciottoli che risultano di roccie in posto nelle alture più prossime, tranne il caso, frequentissimo, in cui sono elementi di conglomerati più antichi rimaneggiati.

Ai due lati del Nervia, si danno alluvioni più o meno elevate sul letto del torrente, alluvioni ora ghiaiose e ciottolose, ora terrose (contenenti in questo caso frammenti di calcare), le quali di preferenza risalgono ai piani inferiore e medio del quaternario. In un lembo di questa alluvione, che ora difficilmente può osservarsi, perchè coperto da colture, si rinvennero anni sono, presso la cappella di S. Andrea, sulla riva sinistra del Nervia, due bei molari di piccolo *Elephas primigenius*, ora conservati presso il Museo Civico di Storia naturale di Genova.

Gran parte del piano d'Albenga e delle colline che fanno seguito a questo piano sono costituite di alluvioni quaternarie più o meno antiche, le quali giacciono quasi sempre sul pliocene, di cui si è già tenuto discorso; lungo il Rio Torsero, ad una certa distanza dal mare, può vedersi una sezione delle due formazioni. Questa presenta dal basso all'alto: 1°, marna con fossili del pliocene inferiore (spessore ignoto); 2°, sabbia del pliocene inferiore ricca di fossili (m. 7); 3°, letto di detriti con frammenti angolosi o appena un po' arrotondati di calcare, ri-

feribile al quaternario medio (?) (m. 3); 4°, ciottoli e ghiaie del quaternario medio e superiore (m. 5); 5°, alluvione recente e terra vegetale (pochi centimetri). I ciottoli che costituiscono la parte preponderante del deposito quaternario sono forniti in massima parte dalle roccie quarzose del trias inferiore e spesso si presentano collegati insieme da un cemento terroso di color rossiccio. È sempre assai netto il piano di separazione fra la sabbia pliocenica e i sedimenti soprastanti.

Le alluvioni quaternarie e recenti occupano, salvo lievi interruzioni, tutto il triangolo che ha per base il litorale fra Ceriale ed Albenga e per vertice un punto prossimo a Salea, triangolo nel cui lato settentrionale penetrano tuttavolta i colli pliocenici di Campochiesa. Oltre a ciò, queste alluvioni, limitate a nord da ingente formazione pliocenica e, a mezzogiorno, da monti costituiti di assise liguriane fino a circa due chilometri sopra Ortovero sull'Arroscia, presentano una propaggine che si addentra a monte di Villanova sul Lerone. Presso la riva del mare e lungo le due rive del Centa e dei suoi grandi affluenti Neva ed Arroscia, per notevole estensione, il quaternario rimane coperto da alluvioni recenti ed anche moderne che sono prevalentemente sabbiose e terrose.

Durante il pliocene medio, il territorio d'Albenga costituiva un golfo profondo, che s'insinuava di 13 a 14 chilometri nella odierna valle dell'Arroscia e un po' meno in quella del Neva, golfo il quale fu colmato dai depositi dei due fiumi, allora indipendenti. Albenga, collocata presso la riva meridionale dell'antico golfo, si trova in condizioni assai infelici in ordine ai terremoti, perciocchè riposa sopra un letto sottile di alluvione, sostenuto dalle assise di calcari eocenici saldissimi, che emergono a brevissima distanza (300 a 350 m.), sollevandosi con ripido pendìo fino al Monte Bignone (metri 320) e ad altre vette più elevate.

Il giacimento quaternario di Loano, meno ampio di quello d'Albenga, si estende lungo il litorale da Pietra Ligure a Borghetto Santo Spirito, si protrae entro terra fino ai Meceti e un poco più innanzi fino al molino Durante, verso nord-ovest; si insinua pure, per un certo tratto, lungo la riva sinistra del torrente di Toirano o Varatiglia appiè del Monte Castellaro.

L'alluvione è qui essenzialmente ciottolosa, ma comprende anche massi arrotondati del diametro di un metro e più; i materiali che la costituiscono sono, al solito, roccie del trias, cioè quarziti e calcari dolomitici, cui si uniscono pure gneiss e scisti talcosi. A differenza del

piano d'Albenga, quello di Loano offre quasi dovunque allo scoperto il deposito quaternario, mentre l'alluvione recente non si mostra che sopra piccolissimi tratti lungo i rivi e torrenti. La zona litorale del territorio di cui tengo discorso, zona sulla quale è collocata la città di Loano, è una spiaggia sabbiosa che sembra in via di accrescimento in grazia dei torrenti che vi mettono foce.

Merita appena di essere ricordata la piccola plaga alluviale di Pietra Ligure e Borgio, attraversata dai torrenti Maremola e Botassano. Un poco più estesa è quella che risale lungo il Quiliano fino quasi a Valleggia e si prolunga a mezzogiorno fino all'abitato di Vado; nell'una e nell'altra il deposito ciottoloso quaternario è in gran parte ricoperto da sedimenti posteriori. Noto infine i piccoli depositi recenti, litorali di Finalmarina, Varigotti, Spotorno, Zinola, Fornaci, Savona, Albissola, Varazze, Voltri, Pegli, Sestri Ponente.

Alla foce di tutti i corsi d'acqua della Liguria e del Nizzardo, sotto il cono di dejezione odierno, si espande un letto alluviale più o meno esteso che copre generalmente alluvioni più antiche od anche la spiaggia emersa quaternaria.

Nel caso del Varo e del Centa, le alluvioni sono melmose o sabbiose; quelle del Roia, del Nervia, del Quiliano, del Polcevera, sono per lo più ghiaiose. Alcuni torrenti, come il Sansobia, il Leone, la Cerusa, il Varenna, il Chiaravagna, conducono al mare ciottoli più o meno voluminosi. In ogni caso, i materiali di queste alluvioni, pervenuti al mare, sono dal moto ondoso distribuiti sulle spiaggie da un lato e dall'altro, allontanandosi pochissimo dal punto di partenza, come dimostrava testè l'ingegnere Mazzuoli in una memoria pubblicata in questa raccolta.[1]

I piccoli piani che si trovano alla foce dei principali corsi d'acqua e i litorali dovuti all'interrimento determinato dai medesimi son tutti formati adunque di alluvioni antiche e recenti. Orbene, tali piani e litorali, son pur quelli in cui si danno le migliori condizioni, riguardo alle colture, perchè offrono terreni sciolti e facili ad irrigarsi ed anche in ordine alle comunicazioni, che risultano relativamente facili colle valli che si aprono a tergo e colla zona costiera. Perciò, ivi dovevano sorgere e sorsero in effetto i principali centri di popolazione, i quali si trovano per conseguenza sopra un suolo poco resistente rispetto ai

[1] Boll. del R. Comit. Geol., anno 1887, n. 9-10.

terremoti. Sono queste le condizioni di Mentone (in parte), di Nizza (in parte), di Ventimiglia bassa, di gran parte d'Oneglia, di Diano Marina, d'Albenga, di Loano, di Savona, d'Albissola, ecc.

Se tra i punti collocati egualmente, sull'alluvione recente poco salda, alcuni hanno sofferto più, altri meno, per le scosse del 23 febbraio 1887, ciò si deve anche attribuire alla maggiore o minore spessezza del sedimento e alla prossimità di masse rocciose resistenti, in posto. Così ritengo che Albenga sia stata più danneggiata di Loano, perchè l'alluvione sulla quale riposa è meno potente e giace sopra calcari compatti che emergono a brevissima distanza dal paese.

Al di sopra della spiaggia emersa fra Arenzano e Cogoleto, si osserva una formazione oscuramente stratificata, di notevole potenza (raggiunge perfino una diecina di metri di spessezza) quantunque poco estesa, che a prima giunta è alquanto difficile a definire. È costituita di frammenti e scheggie angolosi, cementati da terra rubiginosa e non si può legittimamente inscrivere nè fra le alluvioni, nè tanto meno tra i depositi quaternari marini. Dal fatto che occupa la base di ripide montagne e dai suoi caratteri litologici, argomento che risulti dallo sfacelo delle roccie superficiali di quei monti, accumulato dalle acque di dilavamento, in un periodo (alla fine del quaternario), durante il quale esse erano assai più attive del presente. Laddove, per ragioni locali, queste acque erano più regolari e copiose, il deposito si presenta oscuramente stratificato; altrove ha piuttosto i caratteri di materiali franati.

Siffatta formazione apparisce in piccoli lembi lungo tutto il litorale e specialmente nei pressi di Cogoleto.

Morene. — In una sola località ebbi a riconoscere nel territorio di cui mi sono occupato in queste pagine una vera morena glaciale, e si trova a sinistra della via provinciale fra Garessio e Bagnasco nei pressi di Piangranone. Si tratta di una collina dal profilo rettilineo, diretta obliquamente rispetto al Tanaro, residuo d'un ghiacciaio che scendeva dalla valle di questo fiume e s'incontrava con altri minori provenienti da valloni laterali. Essa collina, tutta formata di frammenti angolosi di roccia e di ciottoli impigliati in una sorta di mota grigia, si estende a tramontana fino a Priola, ma assume poco a poco caratteri meno spiccati.

Lungo la stessa valle, si incontrano altre accumulazioni detritiche dovute probabilmente ai ghiacciai; ma, o perchè sono conseguenza di fenomeni verificatisi in scala minima o perchè furono posteriormente rimaneggiate, la natura loro apparisce incerta.

Breccie ossifere. — La breccia ossifera della grotta di Grimaldi, presso la Mortola, con *Hippopotamus major*, *Rhinoceros* sp., *Elephas meridionalis*, risale al quaternario più antico o forse a quel periodo, il quale, sotto il nome di villafranchiano, si ascrive da alcuni autori al pliocene superiore. Essa dimostra che in questo periodo la Liguria era emersa e che le condizioni topografiche del paese non dovevano essere molto diverse dalle presenti. La breccia di Santa Teresa presso la Spezia, nella quale il Capellini ha segnalato lo stesso *Hippopotamus* [1], due specie di *Cervus* e una *Mustela* e in cui furono pur raccolti avanzi di *Rhinoceros*, risale alla medesima età ed ha lo stesso significato.

La breccia ossifera del Monte Caprazoppa si trovava entro piccole soluzioni di continuità o fenditure del calcare triassico, a ponente di Finalmarina. Essa fu adoperata come materiale da costruzione ed è ora esaurita. Questa breccia, di cui si conservano nel Museo geologico dell'Università di Genova numerosi esemplari, presenta un cemento di calcare rubiginoso, saldissimo ed acclude ossa di mammiferi in cattivo stato di conservazione, che appartengono ai generi *Ursus*, *Bos*, *Cervus* ecc., nonchè testacei terrestri di specie estinte che sono: *Helix Paretiana*, *Helix* sp., *Glandina antiqua* (Issel). Dalle specie cui si riferiscono le conchiglie e dall'aspetto dei fossili in genere, argomento che la breccia risalga ai tempi più remoti del quaternario.

Ad un orizzonte posteriore, ma pur quaternario, appartiene la breccia ossifera del Castello di Nizza, nella quale, fino dai tempi di Cuvier, furono rinvenuti avanzi umani, associati a quelli di *Felis spelaea* ed *antiqua*, di cervo, d'antilope, di pecora, di cavallo, di un roditore e d'una testuggine prossima alla *Testudo radiata* d'Australia, insieme a conchiglie terrestri e marine; non è però escluso il dubbio che siffatta associazione sia dovuta a rimaneggiamento.

Seguono nell'ordine cronologico ascendente delle formazioni quaternarie della Liguria occidentale, la breccia ossifera di Verezzi, ricchissima di mammiferi, d'uccelli e di molluschi. Fra i primi, si comprendono i generi *Antilope*, *Arctomys*, *Hyaena*, *Putorius* e *Ursus* determinati da G. Ramorino.

Altre breccie, che spettano al quaternario medio (glaciale) e di età posteriore, sono contenute in caverne ossifere. Merita particolare menzione, fra le altre, quella delle grotte dei Balzi Rossi, dalla quale Ri-

---

[1] Sotto il nome di *H. amphibius*.

vière ed altri esumarono, insieme a parecchi scheletri umani e a numerosissimi manufatti litici, una fauna ricchissima di vertebrati e di uccelli, in cui sono rappresentati da scarsi avanzi *Ursus spelaeus*, *Felis antiqua*, *Felis spelaea*, *Rhinoceros* sp., e da gran copia di ossami, mammiferi ed uccelli di specie tuttora viventi. È assai probabile che la breccia ossifera di cui si tratta abbia avuto origine durante una lunga serie di tempi e si riferisca a due età successive dell'era quaternaria. L'uomo avrebbe lasciato le sue spoglie nella caverna solo alla fine della prima o al principio della seconda.

La breccia a ciclostomi, riferibile all'età stessa di quella di Verezzi o di poco posteriore, si trova in riva del mare a mezzo chilometro a levante di Spotorno e riempie una ampia fenditura. Essa risulta essenzialmente di pietruzze e conchiglie cementate da una concrezione assai tenace depositata da acque calcarifere. Le conchiglie appartengono alle specie *Cyclostoma elegans*, Drap. e *Hyalina cellaria*, Müll. var. *depressa*.

Travertini. — Il principale giacimento di travertini della Liguria si trova presso Pino, fra Varigotti e Finalmarina. La roccia, che è tuttora in via di formazione, occupa il fondo di un piccolo burrone in cui scorrono acque calcarifere. Dalle vicinanze della via nazionale, il travertino risale lungo il burrone fin quasi a mezza costa del monte. Esso è assai spugnoso e leggero; il suo colore è bruno. Secondo il consueto, vi si trovano impigliati residui vegetali e conchiglie che sembrano recentissimi. Ove l'ammasso raggiunge maggiore spessezza e sembra più resistente, se ne estraggono pietre da costruzione ricercate per la loro leggerezza e per la buona presa che fanno col cemento; l'uso loro è però limitatissimo.

Si trova ancora un travertino assai compatto e ricco di filliti nei pressi di Spotorno, d'onde provengono alcuni belli esemplari conservati nella raccolta della Sezione Savonese del Club Alpino, ed altro consimile a Colle Dulcedo (regione Cuccarello) presso Porto Maurizio, ove mi fu indicato dal prof. G. Gentile.

Procedendo da levante a ponente, s'incontra la medesima roccia, tuttora in via di formazione nel così detto *Rio du Tuvio* (rivo del tufo) presso Terzorio, appiè del Monte Negro, rivo le cui acque sono calcarifere. Ho motivo di credere, e sostenni in altra occasione questa tesi, che siffatto deposito rappresenti l'ultima fase di una attività idrotermale, la quale si sarebbe manifestata con energia assai maggiore durante le epoche pliocenica e miocenica. Un rivo che attraverso la strada rota-

bile tra San Remo e Ceriana, ed accoglie le acque delle così dette Fontane Landrigo, abbandona esso pure una roccia concreta, la quale, quantunque poco tenace ed inquinata di terra, fu adoperata nella costruzione della chiesa parrocchiale di Baiardo.

Mi resta a ricordare il travertino della valle del Morsone, il quale si trova sul versante settentrionale dell'Appennino, a pochi chilometri a monte di Voltaggio. Anche di questo non è cessata la produzione, ma è ora, probabilmente, assai più lenta che per lo passato.

Dune. — Appena oltrepassato lo sprone del Monte Caprazoppa, che è attraversato per mezzo di una piccola galleria dalla via nazionale, procedendo da Finalmarina verso ponente, si osserva che la spiaggia è alquanto estesa e sabbiosa e il fianco del monte scosceso che limita il litorale è coperto alla base di un manto ondulato di sabbia silicea, simile a quella della spiaggia vicina. Questa sabbia, scioltissima, bianca, si innalza, fino ad un centinaio di metri e si estende in lunghezza per circa quattrocento metri. Essa apparisce sul fianco sud-ovest del capo e manca asssolutamente sull'altro lato di esso.

Supponevo altra volta che la duna delle Arene Candide (così ha nome) e le altre accumulazioni di sabbie silicee che s'incontrano a ponente di questa, verso Borgio, e, a levante, tra Finalpia e Varigotti, avessero avuto origine a spese di un'antica spiaggia quaternaria in condizioni analoghe alle sopradescritte. Mi sono persuaso, di poi, che la formazione della duna è un fenomeno recente e non ha connessione col sollevamento quaternario del litorale. Infatti, nella caverna di Galusso, presso la stazione di Borgio Verezzi, il suolo dello speco è formato dalla medesima sabbia della duna e contiene avanzi di remoti tempi storici ed anche verosimilmente neolitici; ma questa sabbia viene a mancare del tutto nello strato più profondo della grotta, rappresentato da piccoli lembi di una breccia ossifera quaternaria con *Sus*, *Lycorus nemesianus, Cervus* ecc. Da ciò argomento che la formazione della duna debba essere cominciata dopo il quaternario, o almeno alla fine di quest'epoca.

Trovandomi sul lido delle Arene Candide, mentre spiravano venti temporaleschi di sud e sud-ovest, ho avuto agio di assicurarmi che, senza punto ricorrere alla ipotesi di una spiaggia emersa, si spiega facilmente come le correnti atmosferiche, assumendo, per le condizioni speciali del luogo, un moto vorticoso, abbiano il potere di sollevare l'arena e di adunarla sul fianco della montagna.

Teotonica. — Se ora noi consideriamo i terreni della Liguria occidentale e delle Alpi Marittime dal punto di vista della tectonica, ci si

palesa a tutta prima che i monti di questa regione (e dico pensatamente di *questa* regione, giacchè non è possibile di stabilire fra gli Appennini Liguri e le Alpi Marittime una linea di divisione che non sia arbitraria) sono il risultato di un corrugamento assai risentito e complicato e ad un tempo di una erosione profondissima.

Tale corrugamento diede luogo alla formazione di numerose pieghe che costituiscono o meglio costituirono originariamente altrettante catene paralelle.

La direzione dominante di queste pieghe, necessariamente normale a quelle della pressione prevalente, è da est a ovest (verso ponente), poi si fa da nord-est a sud-ovest (nel Savonese) e da nord a sud (nel Genovesato).

Il corrugamento, il quale avvenne senza dubbio, come vedremo, in più volte e a lunghi intervalli di tempo, si produsse principalmente dopo il deposito dei sedimenti eocenici superiori, vale a dire del piano liguriano, le cui assise, partecipano alla massima parte delle pieghe anzidette, come apparisce chiaramente nei monti che si levano alle spalle di Genova, Porto Maurizio, Santo Stefano, San Remo, Ventimiglia ecc.

A misura che si accusavano le pieghe, che si sollevavano le volte loro, si accresceva l'attività degli agenti distruttivi sui rilievi più prominenti; da ciò una erosione sempre più energica, la quale logorava le vette e i fianchi dei monti, mozzava a poco per volta gli anticlinali e denudava gran parte della regione, di cui tengo discorso, del suo mantello di formazioni terziarie. In alcuni tratti erano esportate eziandio le assise cretacee, le giuraliassiche e le triassiche, restando allo scoperto il permiano e il carbonifero.

Verso l'ovest e il nord-ovest, si scoprirono perfino le serpentine e gli scisti della così detta zona delle pietre verdi e la massa cristallina sottoposta dello gneiss centrale. Le assise paleozoiche venute alla luce occupano pertanto la parte interna degli anticlinali mozzati e sorreggono le stratificazioni meno antiche. Quanto alla zona delle pietre verdi e al gneiss centrale, appariscono in territori più profondamente denudati e costituiscono come grandi nuclei a stratificazione oscura e confusa od anche destituiti di stratificazione.

Lungo la via che corre da Ospedaletti e Mondovì, linea particolarmente studiata da D. Zaccagna e di cui diede testè una splendida sezione [1], si

---

[1] Vedasi la Carta geologica delle Riviere liguri e delle Alpi Marittime pubblicata nel 1887 per cura della Sezione Ligure del Club Alpino e il Boll. del R. Comit. Geol., anno 1887, n. 11-12.

osserva che al nord del Tanaro vi sono nove pieghe, tra grandi e piccole, tutte coricate con immersione a mezzogiorno, mentre dal Tanaro al mare ve ne sono non più di cinque, egualmente coricate, immerse a settentrione.

Il numero delle pieghe tra il Tanaro e Mondovì dimostra che verso settentrione la pressione laterale fu molto più energica che a mezzogiorno. Nel primo tratto, l'erosione lasciò inoltre segni ben più profondi che nel secondo; infatti, vi si trovano allo scoperto, prescindendo da una formazione miocenica superficiale nella valle dell'Ellero, assise prevalentemente triassiche e permiane.

La vetta del Mongioie, punto culminante di questa linea, che si estolle a 2631 m., corrisponde tuttavolta al mezzo di un sinclinale, e a Viozene, che giace al fondo di una depressione limitata dal Mongioie e dal Pian Cavallo, depressione nella quale vengono alla luce le testate di una potente formazione carbonifera, a Viozene, dicevo, passa precisamente la linea anticlinale di una delle pieghe più risentite, di una di quelle eziandio che furono più potentemente logorate.

Dal Tanaro a Ospedaletti, vengono a mancare superficialmente tutte le formazioni antiche. Non vi comparisce che l'eocene, rappresentato in modo quasi esclusivo dal liguriano, coi suoi calcari e scisti argillosi e i suoi macigni in basso; dico in modo quasi esclusivo, perchè presso il crinale si trova allo scoperto una zona nummulitica, la quale corrisponde probabilmente al bartoniano. Fra il Tanarello e Pian Cavallo, lungo l'accennata sezione, v'ha una modesta eminenza, la quale si trova intermedia tra le pieghe coricate a nord e quelle coricate a sud, ed offre perciò quella disposizione a ventaglio caratteristica del Monte Bianco e del Gottardo che diede luogo a sì diverse interpretazioni.

Il punto più elevato della sezione è il Mongioie la cui cima, alta, come ho detto, metri 2631, si mostra costituita di calcari del *Muschelkalk*. Se si supponessero adagiate sulla sua vetta le assise eoceniche di cui risulta il vicino Frontè, pur prescindendo dal giuralias e dal cretaceo che spesso mancano in quella regione, tra i sistemi triassico ed eocenico, la montagna ne risulterebbe accresciuta di tale altitudine da superare i 6000 metri. Nulla per verità si oppone all'ipotesi che, in tempi geologicamente non molto rèmoti, alla fine del miocene, una tale altitudine sia stata raggiunta dalla montagna.

In effetto, riesce a tutta prima difficile lo spiegarsi come nel triangolo montuoso che ha per base il litorale tra Albenga e Ventimiglia e per vertice il Colle di Tenda sia rimasta quasi intatta la coperta

eocenica, mentre nelle zone che limitano questo triangolo furono messe a nudo le roccie secondarie e paleozoiche. Le pieghe situate a mezzogiorno dello spartiacque non sono meno risentite di quelle situate a nord e originariamente dovevano raggiungere presso a poco la medesima altezza; di più, è chiaro che le une e le altre sono conseguenza delle medesime pressioni laterali, le quali si produssero simultaneamente ai due lati.

Siffatta disparità ripete la sua causa e la sua ragione, secondo il mio avviso, da che nell'accennato triangolo montuoso, furono sottratte per lungo tempo alla erosione, e forse durante la fase in cui fu più attiva, i sedimenti eocenici; e ciò avvenne verosimilmente o perchè l'emersione della plaga eocenica di cui mi occupo si produsse assai più tardi che non nelle altre parti della Liguria o perchè, durante la serie dei tempi miocenici, questa plaga subì avvallamenti che non si produssero tra le Alpi Marittime o' si fecero colà sentire in minor grado.

Importa notare frattanto, che i conglomerati e le mollasse che compariscono a Portofino, Celle, Varazze, Santa Giustina, Sassello, Cadibona ed assumono tanto sviluppo nella valle della Bormida di Spigno e in quella del Tanaro (conglomerati e mollasse che accennano ad alternanze di emersione e di immersione) non solo mancano assolutamente sui monti e nelle valli situate alle spalle di Albenga, Alassio, Porto Maurizio, Taggia, San Remo, Bordighera, ma nemmeno vi lasciarono traccie della loro esistenza, come le lasciarono in certe località del Genovesato [1], nelle quali già furono ed ora più non si trovano.

A rendere plausibile la mia ipotesi, giova richiamare l'attenzione del lettore sullo sprofondamento di ben 1450 m., verificatosi recentemente lungo la stessa Riviera occidentale, e che è accertato dal fatto di valli sommerse in continuazione delle valli odierne.

Presso l'estremo confine della Liguria orientale, due promontori diretti da nord-ovest a sud-est costituiscono il golfo della Spezia celebrato per le sue bellezze naturali. Questi due promontori che offrono una delle serie stratigrafiche più complete e più ricche di fossili di cui si abbia esempio in Italia e mercè i lavori di De la Bèche, Pareto, A. Sismonda, Savi, di Collegno e Capellini diventarono un territorio pro-

---

[1] Per esempio a San Martino d'Albaro, ove il conglomerato è ridotto a pochi massi isolati e tra i monti Dente e Reisa, ove trovansi ad oltre 900 m. d'altitudine ciottoli isolati, a parer mio, residui di un antico deposito miocenico.

priamente classico pel geologo, sono anche assai istruttivi dal punto di vista della tectonica.

Il promontorio orientale presenta, da levante a ponente, il macigno eocenico, la creta superiore, il neocomiano, il lias, il calcare cavernoso del trias superiore, il trias inferiore e il permiano nell'ordine della loro successione e nel promontorio occidentale, sempre da levante a ponente, ma con sovrapposizione invertita da rovesciamento, il calcare cavernoso del trias superiore, il calcare nero infraliassico, i calcari rossi liassici, i calcari del giura, gli scisti e le arenarie dell'eocene.

Noi crediamo col Zaccagna (cui si deve uno studio accuratissimo della regione) e contrariamente all'avviso di altri osservatori, che siffatta disposizione si possa interpretare, ammettendo che le stratificazioni dei due promontori costituiscano i resti di un anticlinale coricato ad ovest (quindi a termini invertiti nel ramo occidentale), il quale negli ultimi tempi dell'era terziaria avrebbe perduto la volta e sarebbe stato lungo il suo asse profondamente incavato dalla erosione, generandosi così la valle sottomarina di cui risulta il golfo.

PARTE SECONDA

Dei fenomeni endogeni in Liguria.

Roccie vulcaniche. — Le manifestazioni più schiette e sicure del vulcanismo consistono, come ognuno sa, nella emissione di roccie vulcaniche. Perciò, importando ricercare qual parte il vulcanismo può aver presa nel fenomeno di cui ho assunto lo studio, m'incombe l'obbligo di esaminare se e in quali condizioni si presentano tali roccie nel territorio che fu teatro di questo fenomeno, a quale orizzonte geologico si riferiscono e infine se dalla loro composizione e struttura emerga alcun rapporto tra esse ed altre che appariscono in paesi circonvicini.

Nelle provincie di Genova e di Porto Maurizio non si conoscono roccie vulcaniche propriamente dette; ma fra le Alpi Marittime, nella provincia di Cuneo, e precisamente al Pizzo d'Ormea e a Carnino, comparisce un porfido rosso che pei suoi caratteri precipui merita di essere considerato come tale, e al Capo d'Aglio, presso Monaco, si presenta una piccola massa di trachite plagioclasica o andesite, che sembra connessa alle emersioni trachitiche della prossima valle del Varo e dei pressi d'Antibo.

Porfidi. — Il porfido del Pizzo d'Ormea fu osservato in posto dall'ingegnere Zaccagna che lo trovò incluso nella formazione permiana, alla parte superiore di essa, come apparisce dalla terza sezione pubblicata dallo stesso Zaccagna, nella carta geologica più volte ricordata.

Io non vidi questo porfido, se non in massi staccati nel letto del Tanaro, e quindi, riguardo al suo giacimento, non posso aggiunger nulla a quanto disse il collega, come pure non sono in grado di porgere notizie circonstanziate circa il porfido di Carnino, di cui ebbi in dono

alcuni campioni dal signor G. Dellepiane, socio del Club Alpino (sezione ligure).

Una terza massa di porfido si trova al colle del Sabbione, tra le Alpi Marittime, fuori del territorio di cui mi occupo specialmente nelle mie note ed anche di questo l'ing. Zaccagna mi disse che lo ritiene permiano.

Il porfido di Carnino ha un fondo di color rosso vino, dato da una pasta microcristallina; vi sono disseminati voluminosi cristalli di colore carneo, che raggiungono perfino la lunghezza di due centimetri; oltre a ciò, vi si osservano macchiette irregolari di color verde pomo, che considero come cristalli di augite più o meno alterati. Nelle fessure della roccia e sulle superficie di essa che furono lungamente esposte all'azione degli agenti esterni vedonsi scagliette di clorite.

Il porfido del Pizzo d'Ormea ha un fondo bruno, microcristallino, sul quale spiccano cristalli opachi, bianchi o carnei di feldispato, della lunghezza media di 2 a 4 millimetri. Vi si uniscono pochi cristalli verdastri, alterati, di pirosseno o d'anfibolo. La roccia è sparsa di cavità, che forse provengono dalla distruzione di qualcuno dei suoi cristalli, ma più probabilmente sono dovute ad una struttura bollosa, originaria. Talune di queste cavità sono occupate da un silicato cristallino giallo, altre da una polvere rugginosa attirabile dalla calamita.

Mancano per questi porfidi le osservazioni microscopiche.

Andesiti. — La massa trachitica del Capo d'Aglio costituisce la piccola lingua di terra di questo nome, situata a mezz'ora di distanza a ponente di Monaco. Ivi la roccia risulta di una specie di conglomerato o di breccia, formata di cogoli imperfettamente arrotondati, cementati da detriti vulcanici. Questi cogoli, di dimensioni variabili (il più delle volte non raggiungono la grossezza di una testa umana), sono quali di color bruno, quali rossatri, quali verdastri ed anche neri e presentano distinta struttura cristallina e qualche volta anche tessitura porfirica ben, manifesta. Quando sieno spezzati, apparisce, dal colore della periferia diverso da quello della parte interna, che soffrirono alterazione più o meno profonda; alcuni acquistarono per tale alterazione una struttura distintamente concentrica.

In questo punto la potenza della formazione può stimarsi, a occhio, di una diecina di metri; essa è oscuramente e irregolarmente stratificata, presentandosi immersa verso levante, con inclinazione di una ventina di gradi.

Alla periferia del piccolo capo, il mare copre la base del deposito

vulcanico, il quale, verosimilmente, si estende alquanto sott'acqua, massime verso ponente. Alla radice del capo stesso, si vede il conglomerato riposare sopra una dolomia biancastra o lionata, a struttura minutamente cristallina, riferibile al giurassico.

Risalendo il ripido pendio della costa fino alla strada maestra, si vedono emergere quà e là, dalla terra vegetale dei campi, detriti vulcanici assai alterati che accennano allo estendersi saltuario o continuo del deposito. Anche sopra la strada maestra, a più di cinquanta metri sul livello del mare, si vedono pietre vulcaniche.

A ponente del Capo d'Aglio, la formazione vulcanica si estende fino al Capo Mala, altra piccola punta del litorale. Un secondo affioramento più piccolo, che non ho veduto, si troverebbe, secondo Chambrun de Rosemont, alla base del Capo Martin, sulla costa orientale.

Dalla posizione rispettiva e dalla natura dei due lembi di cui sopra, dalla configurazione della costa e del fondo marino, argomento che il cratere dal quale furono proiettati quei materiali vulcanici si trovasse probabilmente in un punto, ora sommerso, distante non più di cinque a sei chilometri dal Capo d' Aglio. La grossezza dei massi vulcanici rende poco probabile che lo spiraglio fosse più lontano e se fosse stato più vicino i prodotti delle sue eruzioni sarebbero caduti in copia maggiore lungo il litorale ed avrebbero lasciato residui più addentro nell' interno.

La roccia del Capo d' Aglio presenta generalmente color bruno traente un po' al violaceo; talvolta invece passa al grigio e in altri esemplari al verde. Ha struttura distintamente cristallina, che si manifesta ad occhio nudo con faccette di sfaldatura lucenti. In certi esemplari è facile verificare, anche senza far uso del microscopio, che risulta prevalentemente di un minerale di color chiaro bruno o grigio (feldispato) e di uno scuro, verde o nerastro (pirosseno); quest' ultimo offre perfino cristalli di mezzo centimetro di lunghezza. In alcuni esemplari, la roccia apparisce rugginosa per alterazione; in altri, è intonacata di una incrostazione fibrosa di color verde-malachite, la quale, tuttavolta, non ricetta punto rame e si riferisce probabilmente al gruppo delle cloriti.[1] In ogni caso, la pietra ha il tatto ruvido ed è piuttosto tenace e pesante.

Esaminata la roccia al microscopio, apparisce come un aggregato cristallino di feldispato, il quale, alla luce polarizzata, si colora vivamente e si manifesta quasi tutto formato di plagioclasio, colle sue zone a colori

---

[1] Questa materia si liquefà agevolmente in smalto nero al cannello, senza colorare la fiamma; essa fornisce le reazioni del ferro.

alternanti. In questo aggregato sono sparsi in numero variabile (secondo la preparazione che si osserva) cristalli verdi con poco o punto dicroismo di un pirosseno che pare augite e molte opaciti a riflessi bruni (ferro magnetico?). Come minerale accessorio, ho riconosciuto eziandio in un esemplare la mica in piccole lamelle gialle e lucenti, ma non ho potuto accertare la presenza del quarzo.

Una delle preparazioni offre accenno di tessitura sferolitica, cioè vi si notano piccoli adunamenti di un minerale concrezionato concentricamente, nell'interno dei quali sono sviluppati cristallini incolori e fibre convergenti al centro [1].

I cristalli di plagioclasio, generalmente voluminosi e distinti, sono connessi da un cemento microlitico della stessa natura, il quale assume lieve tinta rubiginosa dovuta, credo, alla alterazione delle opaciti. Essi ricettano inclusioni vetrose e pori a gas, bene spesso simetricamente disposti; non ho osservato inclusioni liquide.

Notevoli, fra le opaciti, alcune a sezione regolarmente esagona ed altre a contorno perfettamente circolare, che accennano a sferette originariamente fuse.

Ad occidente di Nizza, le roccie vulcaniche, le quali spettano prinpalmente al tipo andesite, spuntano all'esterno in vicinanza del mare al Cros de Cagnes, poi nei pressi di Vence e di Aspres (come può vedersi dalla carta geologica dei dintorni di Vence del sig. Blanc) e, procedendo ancora verso occidente, si presentano in espandimenti di gran lunga maggiori a Villeneuve, S. Julien, Vaugrenier, Biot e nella penisola d'Antibo. Queste sono alla loro volta, per così dire, le sentinelle avanzate di altre masse più cospicue, di tipi litologici diversi, che si estendono lungo la costa fra i golfi di Napoule e di Frejus e nell'interno fino a più di 30 chilometri dal mare.

Secondo Niepce, le trachiti della valle del Varo sarebbero riferibili a due diverse età; le une risalirebbero al miocene, le altre solo al quaternario. A Villeneuve e Biot, le trachiti traverserebbero una mollassa miocenica e alla Gaude, sul Varo, si presenterebbero in dicchi entro un deposito quaternario [2].

De Chambrun de Rosemont scrive che nella valle del Mardaric, al

---

[1] Questi cristallini si fondono al cannello in vetro bolloso, colorando la fiamma in violetto.

[2] Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 21 mars 1887.

nord di Biot, le trachiti coprono l'eocene con *Nummulites papyracea* e *sella*, *Cidaris serratus*, ecc. e che, all'est, avrebbero sollevato e metamorfosato una formazione fossilifera postpliocenica. A Villeneuve, soggiunge, un banco della stessa età avrebbe subito uno spostamento dovuto alla eruzione della trachite. Lungo il litorale gli affioramenti trachitici, osserva lo stesso autore, sono allineati in un semicircolo che ha il suo centro in mare. Non sarebbe questo semicircolo, egli si chiede, il residuo di un vasto cratere?

Secondo le mie osservazioni, le andesiti, dei pressi di Monaco e della valle del Varo sarebbero riferibili ad un solo orizzonte geologico probabilmente eocenico superiore. Infatti, queste roccie attraversano indubbiamente assise pertinenti al nummulitico, inducendo nelle medesime sensibile metamorfismo, ma non si vedono in alcuna località propriamente iniettate tra sedimenti pliocenici e quaternari. Di più, nel conglomerato pliocenico di Cagnes e di Saint Laurent raccolsi ciottoli di andesite che dimostrano la preesistenza di questa roccia al conglomerato.

Nulla ho potuto osservare nei dipartimenti delle Alpi Marittime e del Varo che avvalorasse il supposto di eruzioni vulcaniche plioceniche e quaternarie.

Serpentine. — Nel considerare le traccie che i fenomeni del vulcanismo hanno lasciato in Liguria, e dopo aver esaminato le roccie schiettamente vulcaniche, come le andesiti, i porfidi ecc. non posso a meno, di tener conto anche delle serpentine.

Non ripeterò la descrizione già data in altri lavori dall'ing. Mazzuoli e da me delle masse serpentinose della Liguria, nè ripiglierò *ab ovo* la discussione relativa all'origine di queste roccie; ma, per coloro che non hanno tenuto dietro alla controversia, ricorderò per sommi capi le ragioni per le quali il mio collaboratore ed io crediamo fermamente che esse sono un prodotto endogeno, ragioni che in parte sono il frutto di indagini e scoperte recentissime.

Le serpentine si presentano in masse, talora enormi, adagiate fra strati di roccie sedimentari più o meno antiche e per la loro costituzione mineralogica, nonchè per la compagine chimica, si discostano dalle roccie concomitanti, di cui dirò più innanzi. Esse risultano precipuamente, come a tutti è noto, di un silicato di magnesio associato ad ossidi di ferro. Orbene, se la serpentina fosse roccia di sedimento, d'onde potrebbe provenire l'ingente quantità di magnesio che acclude? Nessuna roccia superficiale magnesiaca avrebbe potuto somministrarlo, a quanto pare, in sufficiente quantità.

Si è detto che il magnesio poteva essere precipitato (allo stato di silicato) dalle acque marine, per via di sorgenti minerali o di corsi d'acqua contenenti silicati alcalini e terrosi in soluzione. Ma è egli ammissibile che il solo magnesio, il quale costituisce una infima parte dei metalli contenuti nei sali del mare, [1] abbia lasciato traccie di se senza che nulla o quasi nulla sia rimasto del sodio, del calcio, del potassio?

A me ciò pare inverosimile: 1.° perchè non si produce attualmente in simili condizioni alcun deposito di silicato di magnesio; 2.° per l'enorme spessezza presentata in certe località dalla massa serpentinosa. 3.° perchè è accompagnata da minerali anidri, come olivina, enstatite, magnetite, cromite e piccole quantità di ferro nativo, la cui formazione riuscirebbe inesplicabile nell'ipotesi suesposta.

Certo è, tuttavolta, che i terreni in cui sono intercluse le masse ofiolitiche offrono segni evidenti di energiche azioni idrotermali che accompagnarono la loro emissione.

Ma veniamo alle prove dirette della loro origine. I grandi espandimenti di cui si tratta occupano le depressioni di antichi bacini marittimi e pertanto passarono per lo stato liquido o semiliquido prima di trovarsi nelle condizioni attuali. Vi si trovano impigliati massi arrotondati di calcare, di un calcare alquanto indurito e cristallino per effetto di una leggiera metamorfosi, da che si argomenta che le serpentine stesse non solo furono liquide, ma anche calde. Ciò si desume ancora, d'altronde, dai cristalli di bastite, che mancano al lembo estremo di talune masse, ove subirono rapido raffreddamento, e abbondano nelle parti non periferiche. Che più? Certi conglomerati, che si trovano agli estremi di alcune emersioni serpentinose (non però tutti, chè ad altri si addice una interpretazione diversa) rappresentano, se mal non mi appongo, i materiali detritici, direi quasi i tufi, che la massa serpentinosa travolgeva d'innanzi a se nel suo rapido procedere.

Un ultimo argomento, a parer mio perentorio, vale io credo a persuadere i più ritrosi. L'ing. Mazzuoli ha scoperto nella valle del Penna che le serpentine eoceniche passano ad un gran nucleo di lehrzolite. [2] D'allora in poi questa roccia, che era primamente confusa in Liguria ed

---

[1] Secondo Usiglio, 1000 parti di acqua del Mediterraneo contengono 37,655 parti di sostanze diverse disciolte, fra le quali 3,219 di cloruro di magnesio e 2,477 di solfato di magnesio.

[2] Boll. del R. Comit. Geol., anno 1884, n. 11-12.

altrove con certe varietà di serpentina, fu ritrovata in copia in tutte le grandi masse ofiolitiche eoceniche e triassiche; io la raccolsi nel Levantese, presso Bargone, alla Gallinaria, nell'eocene, sul Varenna (sopra Pegli), presso Cogoleto, sopra Sassello, al Monte Tobbio, al Monte Reisa, nel trias. Il Lotti la rinvenne nella formazione ofiolitica eocenica della Toscana. Orbene, la lehrzolite, roccia anidra di cui son tanto evidenti le affinità litologiche coi basalti, costituisce un nesso logico fra le roccie propriamente vulcaniche, da un lato, e le serpentine dall'altro.

Alla questione che ho qui toccata si connette strettamente quella della genesi di altre roccie, che accompagnano abitualmente le serpentine, vale a dire delle eufotidi (dette impropriamente gabbri dai tedeschi) e dei diabasi e varioliti. Queste si vedono bene spesso passare alle roccie di sedimento, per cui da taluno furono credute metamorfiche e più raramente fanno transizione alla serpentina, motivo per cui da altri autori, che ammettono l'origine eruttiva della serpentina, furono dette ignee. Orbene, Mazzuoli ed io riteniamo che, non essendo propriamente nè ignee nè metamorfiche, si formarono per la commistione dei materiali che costituiscono la serpentina, recati da acque termominerali, con quelli che si depositavano normalmente per effetto della sedimentazione; [1] così si spiega la posizione loro costantemente periferica, rispetto alle serpentine normali, colle quali si compenetrano; così si spiega il fatto che compariscono sempre associate alle serpentine stesse, quantunque in certi casi assumano evidente stratificazione. Abbiamo attribuito a queste roccie la denominazione complessiva di *anfimorfiche* per alludere alla doppia loro origine.

L'emissione delle serpentine si produsse indubbiamente nel fondo di depressioni occupate dalle acque marine, e ciò si desume dalla natura delle assise scistose e calcaree tra le quali sono incluse. Non si conoscono ancora vere vene e dicchi di serpentina; sono ignote perciò le vie seguite dal magma ofiolitico per giungere alla superficie.

Le traccie non intense di metamorfismo che si trovano nelle roccie acquee in contatto colle serpentine accennano a temperatura poco elevata; il fatto che queste non sono bollose e cellulose significa eziandio, che non furono accompagnate da sviluppi di gas e di vapori. Dobbiamo pure argomentare dalle osservazioni suesposte che la loro emissione

[1] Boll. del R. Comit. Geol., anno 1881, n. 7-8.

non fu preceduta nè seguita da violente esplosioni. Così si spiega eziandio la mancanza fra le formazioni ofiolitiche di materiali detritici analoghi a quelli che sono projettati dagli spiragli vulcanici per l'azione dei vapori sprigionati con violenza nelle roccie liquide e solide. Con ciò mi parrebbe arrischiata l'asserzione che le serpentine sieno venute alla luce senza agitazioni, senza scosse. Noi vediamo infatti che le formazioni in cui si trovano interclusi letti di serpentine sono sempre più o meno sollevate, ripiegate, contorte, spezzate, attraversate da filoni, spesse volte con spostamenti ingenti. Orbene, questa condizione di cose non potè verificarsi senza che la superficie della terra fosse scossa più o meno violentemente. Sembra però che nei territori in cui dominano siffatte formazioni le pieghe, i contorcimenti, le fratture si sieno prodotti con maggior frequenza ed intensità dopo i fenomeni eruttivi.

Sieno pure eruttive, come io credo, le roccie ofiolitiche della Liguria, non è meno vero che l'emissione loro era del tutto cessata alla fine del liguriano e che durante la lunga serie dei tempi miocenici e quaternari, l'attività endogena alla quale sarebbe dovuta la loro comparsa non si fece più viva nè con nuove eruzioni nè con fenomeni manifestamente connessi alle eruzioni più antiche.

La distribuzione delle sorgenti termo-minerali d'Acqui e dei paesi circonvicini, sorgenti situate presso il lembo settentrionale della grande emersione serpentinosa che giunge al mare fra Varazze e Sestri Ponente, potrebbe destare il sospetto di una relazione fra questa e quelle. Ma il sospetto non regge, se si riflette alla immensa distanza, nell'ordine del tempo, che separa l'attualità dal remoto periodo triassico, al quale risalgono le serpentine del Monferrato.

Quanto a certe sorgenti minerali delle valli del Lemmo e della Polcevera, mentre si trovano in prossimità di masse ofiolitiche assai meno antiche, vale a dire eoceniche, non son tali, come vedremo, da addursi a prove di attività endogena.

Supposti monti vulcanici. — La fantasia popolare, forse eccitata dalla tradizione di qualche fenomeno naturale, erroneamente interpretato, addita due monti della Riviera di Ponente, come sede d'attività vulcanica mal sopita, che si ridesterebbe da quando a quando colla comparsa di vapori e fiamme accompagnati da boati e trepidazioni del suolo.

Uno di questi, situato a nord-est di Bordighera, è il Monte Nero, alto m. 602 (secondo la recente carta topografica militare), l'altro sorge a tergo di Santo Stefano, in quel di Porto Maurizio, e porta un nome

quasi uguale, è detto cioè Monte Negro. [1] Io li visitai entrambi, affine d'investigare le ragioni e l'origine delle voci che corrono in proposito ed ecco in breve il risultato delle mie osservazioni.

Oltrepassata la città di Bordighera, verso levante, e lasciate alle spalle le sue colline di sabbie gialle e di arenarie plioceniche, s'incontra ben presto il vallone del Sasso, che limita ad ovest e nord-ovest il Monte Nero. Alla base, esso risulta di arenaria bruna, eocenica, [2] in banchi lievemente inclinati, ai quali si frappongono, tra i 200 e i 300 metri d'altitudine, straterelli di calcare cenerino, duro e fragile. Gli inferiori contengono il *Chondrites intricatus;* i superiori, questa medesima fucoide con altra specie a fronde assai più larghe, che il dottore Squinabol denominò *C. Ligurianus.* In uno degli straterelli meno elevati raccolsi pure un fossile che mi sembra una nummulite in cattivo stato di conservazione.

Superiormente, il monte risulta tutto di arenaria senza calcare interposto, arenaria generalmente alterata e talvolta quasi sfatta. Questa si presenta in qualche punto molto rubiginosa, e altrove manganesifera. Il minerale manganesifero costituisce pure, talvolta, una specie di sottile rivestimento alla superficie degli strati.

Presso la cresta, a circa 520 m. sul livello del mare, in una radura del bosco di cui è coperta la montagna, si trovano i cosidetti *Ciotti Fumosi*, tre orifizi irregolari che sono, a quanto pare, vacui rimasti tra massi di arenaria accatastati per effetto di un piccolo scoscendimento. I cespugli che ingombrano quelle cavità non permettono di apprezzarne il fondo e le dimensioni. Certo è che nulla accenna in esse ai fenomeni ignei, di cui, secondo la voce popolare, sarebbero stati sede e non v'ha traccia nemmeno, in quel punto e tutto all'intorno, di alcuna emanazione o sorgente calda, la cui vista abbia potuto colpire l'immaginazione degli abitanti. Una sorgente minerale solforosa esiste sibbene alla base del monte, presso la strada maestra, ma non è termale e non

---

[1] A proposito del primo, ricorderò come, dopo il terremoto che funestò la Liguria occidentale nel 1831, era così diffusa nel paese l'aspettativa di una eruzione vulcanica dal Monte Nero, che Alberto Nota, vice-intendente di S. Remo, accompagnato dal sindaco di quella città e da parecchi ingegneri, credette opportuno di recarsi sopra luogo per verificare se l'allarme fosse fondato (Rassegna Nazionale, n. del 16 marzo 1887).

[2] Si riferisce probabilmente a quel piano sottoposto al liguriano tipico, che ho denominato infraliguriano.

ha relazione alcuna colla credenza superstiziosa ispirata dai Ciotti Fumosi. Se mi fosse lecito una semplice congettura per spiegare questa credenza, direi che potrebbe esser nata dalla vista dei fenomeni ignei (bagliore, emissione di vapori, arsione di vegetali secchi) determinati dall'attrito dei massi, durante lo scoscendimento che diede origine ai Ciotti.

Il Monte Negro dei pressi di Porto Maurizio è situato a due chilometri e mezzo a settentrione di Santo Stefano a Mare e costituisce uno dei minori rilievi orografici, tra le pieghe numerose che si diramano dal Monte Faudo.[1] Siccome mi occupai a lungo di questo monte in una nota inserita anni sono nel Bollettino del R. Comitato Geologico,[2] basterà ora che ricordi per sommi capi le cose osservate.

Il Monte Negro, alto circa 560 metri, è formato, alla base, di macigno e, più in alto, di calcari marnosi eocenici (riferibili al piano liguriano), profondamente metamorfosati, convertiti, cioè, in calcari cristallini e calcari silicei compatti, bene spesso rubiginosi e traenti alla ftanite. La silicizzazione è più spiccata sul versante orientale del monte e presso la cresta, nel punto denominato in dialetto *Sutta du Feugo*, vale a dire camera o ricettacolo del fuoco; ivi spesseggiano entro la massa rocciosa, la cui stratificazione si fa poco distinta, vene, nidi e geodi quarzosi e calcedoniosi. Sul versante occidentale del monte, ove mancano o sono assai lievi i segni di metamorfismo, si presenta un filone metallifero con galena, a ganga di quarzo, pel quale furono tentati alcuni lavori d'esplorazione.

Il metamorfismo accusato da quelle roccie risale indubbiamente a tempi assai remoti, ad ogni modo più antichi del terziario superiore, poichè la formazione di marne e sabbie gialle plioceniche detta le Terre Bianche, adagiata alla base del Monte Negro, nella valle che lo divide dal monte di Santo Stefano, non ne porta alcuna traccia.

Anche qui nulla si osserva che ricordi, nemmeno lontanamente, i fenomeni del vulcanismo. Tuttavolta, non si possono disconoscere nelle vicinanze i segni di una attività idrotermale ancora persistente.

Infatti, il *Rio du Tuvio* o di Terzorio, poco lunge, reca acque calcarifere, le quali, come si è detto, depositano anche attualmente un travertino, e le stesse Terre Bianche presentano fra le assise arenacee, sottili falde di

---

[1] Il nome di Monte Negro figura nell'antica mappa dello Stato Maggiore sardo, ma non più in quella a curve orizzontali dell'Istituto geografico militare.

[2] Anno 1876, num. 11-12.

calcare concrezionato interstratificate che accennano ad antiche polle calcarifere, sottomarine. Pertanto, non è impossibile nè inverosimile che qualchè fenomeno idrotermico manifestatosi presso la vetta del monte ed ora scomparso, abbia dato origine alla tradizione popolare cui da principio alludevo, tradizione omai ribadita dal disastro del 23 febbraio. D'altra parte, l'aspetto stesso di quelle rupi nèrastre e rossigne, talchè sembrano arse, può aver suscitato negli abitanti il pensiero che ivi altra volta si fosse spalancato un cratere.

Bradisismi antichi e recenti in Liguria.

La configurazione montuosa della Liguria, le pieghe, le contorsioni complicatissime delle formazioni stratificate più antiche del miocene, l'altitudine raggiunta dalle assise dell'eocene superiore, tra le Alpi Marittime (m. 2955), nonchè quella alla quale provengono presso il litorale i conglomerati pliocenici (m. 550), fanno fede della ampiezza delle oscillazioni subite dal suolo della regione colpita del terremoto fino al termine dell'era terziaria.

Valli sommerse. — Un'altra prova di tale ampiezza emerge dal fatto recentemente verificato che gran parte delle valli della Liguria occidentale, dal Bisagno al Varo, si protraggono sotto il livello del mare fino ad una profondità non minore di 900 metri.

Se si tracciano sopra una carta del Golfo di Genova le linee isobatimetriche, ossia di uguale profondità, desunte dagli scandagli assai numerosi ed esattissimi testè eseguiti dalla R. nave idrografica « *Washington* » sotto il comando del capitano G. B. Magnaghi, si osserva che in tesi generale esse non corrono parallele alla costa, ma da levante a ponente si vanno avvicinando alla medesima. Inoltre, queste linee presentano sinuosità assai risentite dirette verso il litorale, massime di contro alla Riviera occidentale, sinuosità che corrispondono, per la posizione e la direzione, ad altrettanti fiumi o torrenti.

Di contro alle foci del Bisagno e della Polcevera son ben distinte, le sinuosità presentate dalle linee di 200, 500, 600, 900 m. La depressione corrispondente alla Polcevera piega un pò a ponente, e ad una certa distanza da terra, sembra continuarsi al largo con un fondale di 1500 e per fino 1800 m.; ma oltre i 900 m. non si può asserire che essa sia proprio il prolungamento della valle della Polcevera, perchè gli scandagli vi sono troppo radi. Certo è che, a circa 1 miglia a mezzogiorno

da Genova, appariscono ben manifesti, nel prolungamento dei due corsi d'acqua, i due solchi, profondo l'uno 500 m. e l'altro 592, divisi mercè un rilievo che s'innalza a soli 135 m. dalla superficie (Tav. XIII).

Alla foce del Taggia o Argentina comincia a manifestarsi una sinuosità nelle linee batimètriche di 50 e 100 metri, ma molto meglio si accusa in quelle di 200 e di 500 m. e, a quanto si può argomentare dagli scandagli, fa sentire la sua influenza fino alla linea di 1000 m. Laddove, in mezzo alla valle sommersa, passa la linea di 900 m., lungo le rive di essa, il fondo s'innalza da una parte a 346 dall'altra a 460.

Anche alle foci del Roia e del Nervia si presentano sinuose le linee di livello di 50 e 100 m. (in questa assai più che in quella) e la concavità, rivolta, s'intende, verso terra, è assai spiccata nella linea di 500 m. Alla distanza di 1 miglio e $^3/_4$ dalla foce del Roia si trova nel mezzo della depressione una profondità di 536 m., mentre al due lati il fondo risale a circa 200 m. Ad una distanza un pò minore di 5 miglia da terra, mentre il punto più profondo della valle sottomarina è dato da una quota di 931 m., si trovano a breve distanza, ai due lati, fondi di 445 e 410 m.

La depressione che trovasi nel prolungamento del Roia segue la direzione dominante nell'ultimo tratto di questo corso d'acqua; quella in continuazione della Val di Nervia (la quale corre presso la foce parallelamente al meridiano) si mostra diretta da nord-ovest a sud-est. Qui può cadere il dubbio, tuttavolta, che il solco rappresenti il prolungamento di un'altra valle più orientale. [1]

Sono questi gli esempi più spiccati di sì notevole configurazione, sulla quale già in altra circostanza chiamai l'attenzione degli studiosi [2], ma il fatto si verifica più o meno per quasi tutti i corsi d'acqua della Riviera di Ponente.

Le quote di pofondità che presentano in alcuni punti salti rapidi, procedendo da terra verso il largo, accennano a terrazzi sommersi e ciò tanto per la Riviera occidentale, quanto per la orientale. È assai probabile che il Capo di Noli, il quale è indubbiamente un terrazzo emerso pliocenico, abbia per base due scaglioni sottomarini. Questo fatto si può argomentare dalla prossimità delle linee di livello di 200 e di 500 metri.

---

[1] Il dubbio è per verità poco plausibile, perciocchè i corsi d'acqua situati a levante del Nervia fino al fiume di Taggia, non sono che torrentelli.

[2] Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séances du 24 et du 31 janvier, 1887.

Non sfuggirà ad alcuno l'importanza di così strana disposizione del fondo, alla quale si connettono altre particolarità che mi faccio ad esporre.

A poco più di 30 miglia a mezzogiorno della Palmaria (cioè a circa 20 miglia a nord-ovest della Gorgona), si leva da una depressione di 500 a 1000 metri un ampia gibbosità che giunge nel punto culminante a soli 187 metri dalla superficie. Supponendo calato di 500 metri il livello marino, questa gibbosità si convertirebbe in una isola di oltre 6 miglia di lunghezza. Della recente sommersione di siffatta isola porge indizio il fatto che in vari punti di essa lo scandaglio segnalò ghiaie e sabbia; [1] e per l'esistenza delle valli sommerse di cui accennai l'indizio acquista quasi il valore di prova.

Questa singolare configurazione del fondo nel mare Ligure risulta manifesta in una carta idrografica, ricchissima di quote batimetriche e di ogni altra indicazione relativa ai fondi marini, testè rilevata dalla R. nave « *Washington* » sotto il comando del capitano di vascello Magnaghi. E qui mi sta a cuore di rendere pubbliche grazie al valente ufficiale, il quale mi ha dato facoltà di consultare la minuta della sua carta prima che fosse fatta di pubblica ragione e mi ha messo così in grado di profittare di nozioni di grande importanza per l'interpretazione della geologia ligure [2].

Non v'ha dubbio che le depressioni sottomarine in continuazione delle valli torrenziali e fluviali della Liguria e i terrazzi esistenti sotto il livello del mare sono la conseguenza di una recente sommersione, per la quale una zona assai estesa delle Riviere liguri si è avvallata almeno di 900 metri e giace coperta dalle acque del Mediterraneo.

Uno dei geologi più autorevoli, De Lapparent, avvertiva non è molto che si attribuiscono con soverchia facilità alle oscillazioni del suolo i

---

[1] La presenza di ghiaia e sabbia è assolutamente anormale ad una profondità maggiore di 100 metri e non si può spiegare plausibilmente se non ammettendo che questi materiali vi furono depositati per lo squagliamento di ghiacci galleggianti, i quali trasportavano detriti tratti alle coste, o pure invocando un bradisismo discendente. Nel caso presente, la prima ipotesi è esclusa in modo quasi assoluto dai documenti che possediamo intorno alla climatologia dei tempi quaternari e terziari in Liguria.

[2] Gli schizzi e i profili compresi nella tav. XIII, a corredo di questa memoria sono desunti dalla carta generale del golfo di Genova (n. 126), nella quale si trovano tracciati i rilievi compiuti dal *Washington*, carta che fu pubblicata, quando già avevo scritto il capitolo della mia relazione relativo alle oscillazioni lente del suolo.

mutamenti verificatisi recentemente nei rapporti reciproci fra il livello medio del mare e la terra emersa, perciocchè, soggiungeva, questi fenomeni sono dovuti bene spesso a deformazioni della superficie oceanica. Ora si potrebbe chiedere all'illustre scienziato a quale ordine di fenomeni si deve attribuire uno sprofondamento, il quale, se risale al pliocene (come io credo), non è inferiore ai 1450 metri e se invece data soltanto dai tempi quaternari raggiunge almeno i 900 metri? È egli possibile invocare un fenomeno diverso dal bradisismo, di un fenomeno che ripete la sua causa e la sua origine dalle forze endogene del globo, per spiegare un dislivello di tale estensione ed altitudine?

Non mi pare ammissibile che una sommersione così ingente dipenda da un fatto locale. Essa probabilmente si collega a vicende geologiche la cui influenza si è fatta sentire in tutta Italia, in tutto il bacino del Mediterraneo. Affine di apprezzare adeguatamente la sua importanza in ordine alle oscillazioni lente o rapide del suolo, cui andò soggetta la Liguria, è mestieri innanzi tutto determinare l'epoca alla quale deve riferirsi la formazione delle valli e il successivo loro sprofondamento.

È chiaro che le valli, dovute indubbiamente alla erosione fluviale e torrenziale, non risalgono oltre il miocene, perciocchè le pieghe assai risentite, le contorsioni, gli sconvolgimenti di cui le assise del piano liguriano portano traccie nell'Appennino dimostrano che le vicende geologiche subite dal nostro territorio, dopo il liguriano, non hanno lasciato sussistere alcuna parte dell'antico regime orografico e idrografico; infatti, si osserva che bene spesso le cime dei monti corrispondono al fondo dei sinclinali del calcare a fucoidi e a certe valli odierne corrispondono invece gli anticlinali abrasi della stessa formazione. Le medesime considerazioni valgono per quanto riguarda i periodi tongriano ed aquitaniano, i più antichi dell'epoca miocenica.

Non è del pari supponibile che le valli sottomarine ora sommerse sieno state scavate durante il langhiano, l'elveziano e il tortoniano, perchè si tratta di una fase di sommersione, durante la quale quasi tutta la Liguria era sott'acqua. Da tali esclusioni risulta che la formazione delle vallate deve essere avvenuta posteriormente, in un periodo di emersione, e quindi o durante il messiniano o al principio del quaternario; nel primo caso la sommersione risalirebbe al pliocene, nel secondo sarebbe avvenuta durante la stessa era quaternaria, appena compiuta l'erosione delle valli.

Nella seconda ipotesi si dovrebbe ammettere necessariamente che tra la fine del pliocene e l'attualità si sono compiuti nella Liguria occidentale i seguenti fenomeni:

1. Sollevamento delle marne, sabbie e conglomerati pliocenici fino a 1500 m. (al Monte Bellinda presso Mentone).

2. Erosione degli stessi per m. 500 almeno per formare le valli.

3. Sommersione delle valli ad oltre 950 m.

4. Emersione del lido quaternario di 50 m. almeno. [1]

5. Immersione di una diecina di metri almeno, verificatasi anche dopo i tempi storici.

Orbene, a meno di invocare cataclismi incompatibili colle dottrine geologighe meritamente professate nelle migliori scuole, non pare che un tal complesso di fenomeni abbia potuto aver luogo nello spazio di tempo relativamente breve dal pliocene in poi. Non v'ha nessuna traccia, d'altra parte, d'alluvioni quaternarie antiche, situate a grande altezza sull'alveo degli odierni corsi d'acqua, alluvioni che giustifichino il supposto di una erosione quaternaria di centinaia e centinaia di metri. Di più, si trovano lungo le due Riviere, a pochi metri d'altitudine, caverne ossifere (che credo praticate dalle onde marine), contenenti ossami di mammiferi, riferibili al quaternario più o meno antico come: *Elephas meridionalis*, *Gulo spelaeus*, *Rhinoceros* sp., *Hippopotamus major*, *Felis spelaea*, *Felis antiqua*, *Hyaena spelaea*, *Ursus spelaeus* var., ossami di cui non si saprebbe spiegare il ritrovamento, nelle accennate condizioni di giacitura, se fosse avvenuto un avvallamento di 950 m. durante l'era quaternaria; perciò, io mi sono attenuto e mi attengo ancora alla prima ipotesi, secondo la quale le valli scavate durante il messiniano sarebbero state sommerse al principio del pliocene. Se così fosse, lo sprofondamento non sarebbe di soli 900 m., ma di 1450 almeno, dovendosi aggiungere ai 900 quel tanto (m. 550) di cui furono sollevate, lungo la costa, le assise plioceniche.

Il mio supposto non è inverosimile, perciocchè il periodo messiniano corrisponde, come è noto, ad una fase d'emersione, durante la quale, secondo le indicazioni somministrate dalla paleontologia e dalla stratigrafia, la Sardegna, la Corsica e le isole dell'Arcipelago Toscano erano unite al continente. Che durante il messiniano il territorio ligure accogliesse grandi bacini d'acqua dolce, i quali dovevano essere alimentati da fiumi o torrenti, lo dimostrano i giacimenti lignitiferi di Caniparola e Sarzanello presso la Spezia, quello di Garbagna nel Tortonese e le marne a filliti di Stradella.

---

[1] Vedansi le osservazioni relative all'altitudine del quaternario marino in Liguria.

L'egregio Taramelli, nel suo recente studio « *Dei terreni terziari presso il capo della Mortola in Liguria* », letto d'innanzi all'Istituto Lombardo, nell'adunanza del 15 dicembre 1887, muove alcuni gravi obbietti a questo modo di vedere è sostiene la tesi che l'intera oscillazione delle Riviere ligustiche, per la quale furono scavate le valli e poscia si inabissarono nel fondo del Mediterraneo, ebbe a compiersi tutta entro i tempi quaternari. Anche l'ing. Mazzuoli, che pure militò nel mio campo in altre e più gravi controversie e che mi fu più volte collaboratore e compagno d'escursioni, esprime in una sua memoria « *Sul modo di formazione dei conglomerati miocenici dell'Appennino Ligure* » [1] testè comparsa nel Bollettino, un avviso che coincide perfettamente con quello esposto dal Taramelli. Eccomi adunque in disaccordo con due colleghi, e precisamente con quelli le cui idee sono d'ordinario più conformi alle mie; ma un tal pensiero non mi turba, imperocchè io vedo nei miei contradittori non già avversari, ma alleati nella ricerca del vero.

Reco intanto le considerazioni del Taramelli che non ardisco riassumere per non scemarne l'efficacia. [2]

« Attribuisce quindi l'autore alla erosione esercitatasi sino dal periodo messiniano, non solo l'inizio, ma il compimento delle incisioni che si vedono formate nelle catene litoranee e che si continuano colle sommerse vallate. Ed in ciò parmi che ci sia già una prima difficoltà; perchè l'altitudine del lido pliocenico sui fondi di valle attuali presso alla foce ci obbliga ad ammettere che almeno per 550 m. queste vallette si sono approfondite dal pliocene in poi, quindi anche le maggiori vallate non potevano essere se non abbozzate, con una direzione probabilmente diversa, nei suoi particolari, della direzione attuale. Infatti nei conglomerati di Castel d'Appio, a sensibile distanza dell'attuale corso del fiume Roja, si vedono gli elementi permiani dell'alta valle di questo fiume, e e non è molto facile precisare quale fosse l'idrografia nel precedente periodo del messiniano, anteriore al potente deposito delle argille plioceniche ed agli spostamenti di livello e di pendenza avvenuti dopo il pliocene. Siccome poi il signor Issel attribuisce al messiniano non solo la erosione, ma ben anco la sommersione di queste valli liguri, ne verrebbe che essendo il pliocene sollevato a 550 metri questa sommersione

---

[1] Boll. del R. Comit. geol., 1888, n. 1-2.

[2] Memoria citata, pag. 10 e seguenti.

dopo il messiniano, quando pigliavano a deporsi le argille plioceniche, dovette essere per la Liguria della rilevante misura di 1450 metri.

Il signor Issel prevede altra obiezione, che si potrebbe elevare alla sua ipotesi quando si domandasse come mai i potenti depositi pliocenici che sappiamo misurarsi a centinaia di metri, non abbiano obliterato queste valli; e osserva che la rapidità del movimento non lasciò tempo ai depositi di formarsi, tanto più che il fondo di queste valli discese ad una profondità, alla quale la sedimentazione è molto lenta. Nè l'una nè l'altra di queste ragioni mi persuade. Se la sommersione fu rapida, come io credo del pari, fu poi regolare e lungo il deposito; e questo non può essere stato gran fatto meno potente della misura che attinge il pliocene marino nella regione subappennina, dove fu attraversato per oltre 400 metri a Rivaltella ed a Sassuolo dai pozzi artesiani. Non potrebbe essere che nel tratto del Tirreno, di fronte alla Liguria orientale, alla Lunigiana ed alla Toscana, dove gli scandagli non danno traccie di sommerse vallate, quivi appunto il pliocene sia rimasto o sia stato prontamente ricondotto sotto il mare?

« A me sembra che se i piccoli torrentelli liguri hanno potuto in epoca sicuramente pospliocenica incidere di centinaia di metri i depositi pliocenici e le roccie sottoposte, ben potevano essi ed i fiumi maggiori incidere anche le valli, che sono sommerse, nel medesimo lasso di tempo. Pare eziandio che il complesso dei fatti osservati nelle isole tirrene, allo stretto di Gibilterra, alle Baleari, alla sommersa dorsale tra Sicilia ed Africa, nell'Adriatico, nell'Arcipelago greco, ad onta dei parziali e sempre limitati sollevamenti posglaciali, concorra a dimostrare una generale e considerevole sommersione, che tenne dietro ai vari spostamenti avvenuti durante ed appena dopo il pliocene. Forse anche oltre lo stretto di Gibilterra, pur esso dovuto ad uno sprofondamento, una simile sommersione fece scomparire dalla terra nei ristretti limiti dell'era recente. Nè devonsi giudicare i fenomeni così della erosione come della sommersione, che qui suppongo, sproporzionati ai limiti relativamente ristretti dei tempi posteriori al pliocene; perchè l'erosione è dovuta piuttosto alla copia delle acque diluviali che alla durata della loro azione; perchè ben più grandiosi esempi di erosioni posterziarie ci porge l'esame della orogenesi nelle Alpi e nelle stesse regioni, che attualmente sono quasi o del tutto prive di pioggie; perchè la sommersione deve essere stata rapida o subitanea, probabilmente allorquando ancora continuarono gli incendi del grandioso sistema dei vulcani quaternari, del quale noi vediamo un'avanzo di attività, come

vediamo un residuo soltanto delle precipitazioni di acqua e di neve, che accadevano in epoca quaternaria. I geologi, usi a considerare molto sinteticamente i tempi anteriori al pliocene, comprendono di solito in un semplice fenomeno di sollevamento il passaggio della orografia pliocenica alla attuale; ma per poco che si considerino da vicino i fatti, come vanno moltiplicandosi le prove di varie espansioni glaciali e di diversi periodi diluviali, così si complica e si dimostra svariata la storia delle sommersioni e dei sollevamenti parziali e temporanei; ed il passaggio della orografia e più ancora della idrografia attuale alla pliocenica diventa sempre più astruso e diremo anche, almeno per ora, più incerto. Quante migrazioni di valli, rimanendo selle e laghi a vestigia dell'abbandonato decorso dei fiumi! Infatti, senza abbandonare il ristrettissimo campo delle osservazioni qui riportate, se ben consideriamo la carta topografica e la composizione del conglomerato pliocenico del M. Bellindo, di roccie cretacee ed eoceniche, risulta chiaramente che se fu esso eroso dai due torrentelli del Passo e del Latte, fu invece depositato e in parte anche eroso da una corrente più cospicua, che scendeva dalla valle della Bevera, che non ancora influiva nel fiume Roja; essendochè la sella di S. Antonio (230 m.) che separa le origini del Rio del Latte dalla valle della Bevera, è molto più bassa della massa di conglomerato che corona i due monti Bellindo e Marocca; e per quanto la si voglia supporre abbassata in periodo posglaciale, deve essere stata, come molte altre selle, abbozzata dal passaggio di una forte corrente.

« Un'altra considerazione mi fa propenso ad ammettere la incisione delle sommerse valli liguri come un fenomeno quaternario, ed è lo smembramento dei numerosi lembi del pliocene marino, e litoraneo, che tanto contribuiscono a produrre la amenità e la ricchezza di suolo in quella bella contrada, ma che pur troppo segnano anche le aree dove furono più disastrose le scosse del recente terremoto. Smembramento non dissimile da quanto avvenne dei lidi pliocenici lombardi, per opera non tanto delle correnti principali quanto per l'erosione dei rigagnoli delle falde; quivi come ovunque dimostrandosi per più vie la molteplicità e la complicazione dei fatti posterziari. Nè molto diversa a mio avviso, può essere la storia geologica della Liguria e dell'alta valle padana, come procurerò di dimostrare in altra nota, che spero di presentare ai riveriti colleghi.

« Un ultimo argomento lo trarrei anche dalla tenuità degli apparati alluvionali, quaternari e posglaciali delle correnti principali della Liguria paragonati ai depositi litoranei dei minori torrentelli. Confron-

tiamo ad esempio le alluvioni posterziarie del Varo, del Roja, del Centa con quelle del Letimbro presso Savona, dell'Impero ad Oneglia, del Nervia tra Bordighera e Ventimiglia, del Paglione a Nizza. Pensiamo anche alla accennata abrasione subita dai lidi pliocenici, alla profondità dei solchi indubbiamente scavati dal pliocene in poi, mentre presso terra mancano del tutto dei rilievi che possano interpretarsi come delta sommersi. Veniamo alla conclusione che il golfo ligure fu invaso dal mare in epoca relativamente recente; cosicchè vi furono sopra larga zona sommersi dei monti e dei colli di rocce secondarie ed eoceniche, e scomparvero valli, alluvioni ed apparati di delta, che ora, parzialmente obliterati e sepolti dai recenti depositi marini, costituiscono il fondo del Tirreno. Secondari bradisismi ponno avere parzialmente eliso l'effetto di tale sommersione; ma il fenomeno saliente mi pare che nell'epoca posterziaria sia quivi pure un ampia oscillazione, dapprima positiva dopo il piacentino e poscia negativa in un periodo che rimane a determinarsi dell'epoca quaternaria. Evidentemente questa sommersione può entrare anche nei limiti dei tempi esostorici ed aver lasciato un ricordo delle sue ultime fasi nelle più confuse tradizioni della nostra specie ed una traccia nel carattere delle faune insulari tirrene, come ebbe a dimostrare in un notissimo scritto il signor Forsyth Major. Ma da pochi fatti non conviene assurgere tosto a deduzioni, che possono trovare ad un tempo agguerriti avversari e sostenitori entusiasti, anche in geologia, io spero, le verità si fanno strada da sole, poco alla volta, a furia di fatti che rimangono e di ipotesi che tramontano.

«Osservo infine che la distanza in tempo dal periodo messiniano al quaternario antico può anche essere stata relativamente breve; poichè tanto la potenza delle formazioni terrestri e marine plioceniche quanto la grandiosità della erosione, compiutasi dal messiniano in poi ponno essere causate piuttosto dalla abbondanza delle pioggie che dalla durata di questi ultimi periodi terziari. Epperò la differenza tra il mio modo di vedere e quello dell'egregio collega può essere meno profonda di quanto pare a prima giunta.»

A queste osservazioni, delle quali non mi dissimulo il valore per la natura stessa degli obbietti e per l'autorità di chi li adduce, rispondo in prima che non mi sembra dimostrata la differenza che il prof. Taramelli suppone fra l'idrografia messiniana e la odierna, perciocchè, quantunque dal messiniano in poi sieno sopravvenute amplissime oscillazioni del suolo, oscillazioni regionali che dovevano manifestarsi sopra vasti tratti di paese, non è men vero che le assise sedimentari del

messiniano stesso e quelle posteriori sono generalmente poco inclinate sull'orizzonte, come può vedersi, in ordine alle prime, nella formazione gessosa della valle del Tanaro e di Stradella e, per quanto riguarda il pliocene, lungo tutto il litorale ligure. Il raddrizzamento del pliocene di Mentone e di qualche altro punto è un fatto puramente locale.

Se la sommersione fosse avvenuta durante il pliocene, dice il Taramelli, le vallate avrebbero dovuto rimaner colmate dalle melme plioceniche. Ciò avvenne in effetto, secondo la mia ipotesi, ma avvenne ove la sedimentazione è più attiva, cioè presso le coste. Egli ammette che le vallate odierne e quindi le loro continuazioni sottomarine furono erose durante il quaternario e, a titolo di prova, adduce l'erosione indubbiamente quaternaria operata dai torrenti attuali nelle formazioni plioceniche; a ciò parmi si possa obbiettare che l' erosione odierna si è prodotta e si produce a spese di materiali mobili, argille, marne, sabbie, conglomerati, ed è perciò più attiva; ma i corsi d'acqua attuali sarebbero stati insufficienti, io credo, a tracciare solchi di 500 metri di profondità entro roccie secondarie e paleozoiche per lo più dure e tenaci.

La prova che le nostre vallate son più antiche del quaternario (in tesi generale) la ravviso poi in ciò che lo stesso conglomerato pliocenico in mezzo al quale si verificano le più profonde incisioni, è propriamente, come si è studiato di dimostrare de Chambrun de Rosemont, un deposito fluviale o meglio una formazione d'estuario. Infatti esso non si estende a tutto il lido della Riviera, ma si presenta solo alla foce dei maggiori corsi d'acqua, cioè del Varo, del Roia, del Nervia, del Centa. Manca quasi del tutto il conglomerato nei lembi pliocenici di Bordighera, di Savona, di Albissola, di Arenzano, di Genova; a Mentone, a Bussana, Porto Maurizio, a Oneglia, a Cervo, a Vado, esso è ridotto alla minime espressione, perchè ivi mettono foce corsi d'acqua insignificanti.

La disposizione delle assise di conglomerato, sempre più inclinate presso il mare che a monte, ciò in ispecie alle foci del Varo (nelle vicinanze di S. Laurent) e a Castel d'Appio, se dipende dalla inclinazione del piano di sollevamento, accenna pure in alcuni casi ad una formazione d'estuario. Di più, il fatto che entro questa roccia clastica abbondano ciottoli provenienti da gran distanza (e qui alludo principalmente a porfidi e gneiss permiani e alle quarziti triassiche tanto comuni nelle puddinghe del Varo e di Ventimiglia) è segno che essa fu elaborata da potenti corsi d'acqua.

Quanto alle osservazioni relative al conglomerato del Monte Bel-

linda, citate dal prof. Taramelli, se giustificano il supposto che altra volta il corso d'acqua che ora, sotto il nome di Bevera, affluisce nel Roia metteva più a ponente, mi sembrano insufficienti a far fede di un mutamento radicale nelle condizioni idrografiche del paese dal pliocene in poi.

Che dire dell'argomento che il Taramelli trae a vantaggio della sua tesi dalla tenuità degli apparati alluvionali e postglaciali dei maggiori corsi d'acqua in Liguria? A me pare che, accettando l'ipotesi dello sprofondamento pliocenico, si spiega facilmente come durante il quaternario mettendo i fiumi e i torrenti ad una costa a picco, fossero le condizioni poco propizie al prodursi di potenti ed estese formazioni di spiaggia.

D'altra parte, se quà e là si palesano le traccie di un sollevamento postpliocenico, si vedrà pure come a Monaco, a Diano Marina, a Bergeggi si manifestano le traccie di una progressiva sommersione, per la quale parte dei depositi alle foci dei fiumi deve essere necessariamente scomparsa.

Contro la interpretazione ammessa dai miei egregi contradittori rimane poi sempre l'argomento capitale che io ho desunto dalle caverne ossifere litorali, argomento non ancora adeguatamente sviluppato e che a me sembra decisivo.

Infatti, se supponiamo che il grande avvallamento di 900 metri sia avvenuto durante il quaternario, ne vien di conseguenza che tutte le caverne scavate precedentemente presso il mare debbono essere ora sommerse. Quelle che noi vediamo sopra il livello del mare o si trovavano dunque, un tempo, ad un livello superiore ai 900 metri o pure furono scavate posteriormente. Orbene, a poche diecine di metri sul livello del mare nelle cavità del monte del Castello, a Nizza, in taluna delle caverne dei Balzi Rossi, presso Mentone, e in ispecie nella grotta di Grimaldi alla Mortola, furono raccolti nella breccia ossifera avanzi di mammiferi del quaternario più o meno antico. A Nizza fu segnalato il *Felis spelaea*, il *Felis antiqua*, *l'Ursus spelaeus*, un *Hippopotamus*, un *Rhinoceros* (forse il *tichorhinus*), un elefante, probabilmente il *primigenius*. [1]

Ai Balzi Rossi si raccolsero resti di *Ursus spelaeus*, *Hyaena spelaea*, *Arctomys primigenia*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Bos primigenius*,

---

[1] RIVIÈRE, *Paléoethnologie, ou de l'antiquité de l'homme dans les Alpes Maritimes.* Paris, 1878-1880.

Cervus alces e di molte altre specie. [1] Nella grotta di Grimaldi, il Rivière rinvenne *Elephas meridionalis*, *Hippopotamus major*, *Rhinoceros* sp., *Gulo spelaeus*, ecc. [2]

Siccome alcuni dei fossili enumerati, massime quelli della grotta di Grimaldi, son propri all'orizzonte inferiore del quaternario, è mestieri ammettere che le caverne in cui erano contenuti si trovassero prima dello sprofondamento ad altitudine maggiore di 900 metri, oppure che lo sprofondamento fosse già avvenuto al principio del quaternario [3]. Se è poco probabile che, per la massima parte, quei mammiferi vivessero a tale altezza sul livello del mare, mentre il clima già doveva subir l'influsso della fase glaciale, sarebbe addirittura assurdo il supporre che l'ippopotamo, animale essenzialmente acquatico che non suole allontanarsi dal mare o dai grandi fiumi, vivesse in così elevata stazione. E si noti che l'ippopotamo fossile fu pure segnalato in analoghe condizioni in una breccia ossifera quaternaria a Santa Teresa nel Golfo della Spezia. [4]

Perciò son condotto a concludere che la sommersione delle vallate non potè verificarsi che anteriormente ai tempi quaternari.

Fori di litofagi. — Se ora consideriamo ulteriori tracce di oscillazioni secolari verificatesi in Liguria, in tempi geologicamente recentissimi, dobbiamo ricordare innanzi tutto le antiche linee litorali, indubbiamente quaternarie segnate sulle rupi calcaree delle nostre costiere. Ai Balzi Rossi, furono osservate da Gaudin e Moggridge a 8 metri e 20 metri. A due chilometri a ponente di Porto Maurizio, si vedono i fori a meno di 3 metri; presso Oneglia, a levante della città, a m. 3,59; nella grotta di Bergeggi fra 4 e 6 metri; a Genova (nel porto) fra 6 e 7 metri; a Camogli a m. 7,58 (circa).

I fori di tali linee, e per la loro freschezza e perchè talvolta contengono avanzi di conchiglia dei litodomi che li hanno scavati, non sembrano più antichi dei tempi quaternari. Molti altri fori, distribuiti a

---

[1] Vedasi l'opera precitata.

[2] *Grotte de Grimaldi en Italie* (Association Française pour l'Avancement des Sciences, Congrés de Paris 1878, Paris 1878).

[3] Alcuni dei giacimenti fossiliferi precitati potrebbero forse appartenere al pliocene superiore anzichè al quaternario inferiore; ma non rimarrebbe alterato perciò il significato loro in ordine alla mia tesi.

[4] CAPELLINI, *Breccia ossifera della caverna di Santa Teresa*. (Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, serie III, tomo X. Bologna, 1879).

maggiore altitudine, sono probabilmente da attribuirsi ad età più remote; infatti, si osservano generalmente in calcari che portano traccie di erosione subita dopo praticata là cavità, talchè alcuni di questi fori hanno profondità minore della normale; i fori più antichi non sono aggruppati in linee o zone ben definite, come bene spesso i fori quaternari e recenti, ma si presentano assai radi e sparsi senza ordine. Ne osservai a circa metri 30, 80, 100, 250, 400, 500, 600 e più sopra il livello marino.

A San Fruttuoso e a Borzoli, il calcare eocenico in posto od anche ciottoli della medesima roccia offrono fori di litofagi freschissimi, perchè denudati recentemente dalla marna pliocenica onde erono coperti. Così pure, presso Millesimo si osservano nel calcare dolomitico triassico simili fori, ugualmente conservati, mercè la mollassa del miocene inferiore, dalla quale erano coperti e difesi.

Recenti mutamenti nei rapporti altimetrici del mare e della terra. — Traccie di mutamenti recenti avvenuti nei rapporti reciproci fra i livelli della terra emersa e dal mare si possono verificare in vari punti della Liguria; ma giova notare in proposito che possono dipendere in parte da oscillazioni lente del suolo ed esser conseguenza della attività propria del globo, e in parte possono invece ripetere la causa loro da lenti mutamenti di livello nella massa delle acque marine dovuti a cause astronomiche.

Uno degli esempi più istruttivi del fenomeno di cui tengo discorso può osservarsi nel litorale di Bergeggi, entro la grotta di questo nome, che si apre in riva al mare e nella quale il mare stesso penetra per alcuni metri, nei tempi calma, e quasi fino al fondo, quand'è agitato. Le pareti calcaree della cavità sono forate dai litodomi fino a circa 6 metri d'altitudine e perciò se ne può argomentare che subirono una recente emersione. D'altra parte, il suolo, che declina dolcemente dal fondo fino all'esterno, è coperto in gran parte di una breccia recente che contiene cocci e selci di *facies* neolitica, pezzetti di carbone, ossa di mammiferi spezzate e perfino denti umani. Questa breccia si continua anche sott'acqua fino alla profondità di circa un metro sotto il livello medio del mare. Orbene, essendo essenzialmente costituita di detriti abbandonati dal l'uomo nella caverna, cementati poi da concrezioni stalagmitiche, essa non si potè formare sopra un suolo dilavato dalle acque marine e tanto meno sopra un suolo costantemente sommerso. È mestieri lo ammettere, adunque, che dopo la formazione della breccia si siano alterati i rapporti reciproci tra i livelli del mare e della grotta. Evidentemente le acque si sono innalzate o la grotta si è avvallata. Stimavo

da principio che la differenza di livèllo intervenuta dai tempi neolitici in poi fosse non minore di 2 metri; ora sono indotto da osservazioni ulteriori a valutarla di 5 metri almeno.

Siffatte conclusioni sono corroborate dalla scoperta di parecchi scheletri umani, accompagnati da molti oggetti lavorati e residui di pasti, fatta recentemente dal sig. Elio Modigliani, [1] nel cunicolo che si protende a sud-ovest della cavità principale. Non è presumibile che questo conicolo, il cui suolo pianeggiante si trova appena a tre metri sul livello medio del mare, fosse stato adibito ad uso di tomba, nelle sue condizioni presenti, cioè essendo soggetto durante le mareggiate ad una temporaria sommersione. Anche da ciò si può argomentare che il mare non salisse tanto alto all'epoca del sepellimento; e siccome tra la suppellettile funeraria son compresi cocci, vetri e frammenti di bronzo lavorato che non sono più antichi dei primordi del dominio romano in Liguria, ne consegue che l'avvallamento del suolo o l'innalzamento del mare si verificarono, almeno in parte, dopo l'epoca storica indicata da quei manufatti.

Si osservano le traccie di recente sommersione di parecchi metri in altri punti della Liguria. Le mura delle così dette *Antiche Saline* presso Monaco, sono ora completamente sott'acqua, mentre alcuni secoli addietro erano emerse. Nella stessa condizione si trovarono certi ruderi nel seno di Beaulieu. A Diano Marina la spiaggia retrocede rapidamente, non per effetto della erosione, ma per un mutamento nel livello rispettivo del mare e della terra. Infatti, d'innanzi alla proprietà Demaestri si vedono ruderi sommersi di fabbricati che erano ancora all'asciutto 40 o 50 anni addietro e si afferma dai vecchi che anni sono l'acqua giungeva loro appena alla cintura, all'estremità della gettata, ove ora è profonda due metri e mezzo.

Nella proprietà Ruggero, al Borgo Paradisi, il mare ha distrutto un piccolo molino ed altri edifizi vicini; ora batte in breccia una casa. Il muro di cinta dello stabilimento Decauville, verso il mare, si mostra sempre più esposto all'urto delle onde. D'innanzi alla caserma dei carabinieri, ove ora il mare viene a frangersi nel muro di sostegno della strada

---

[1] Vedansi a questo proposito le due note seguenti:

MODIGLIANI, *Ricerche nella caverna di Bergeggi (Savona)*, lettera al prof. Mantegazza (Archivio per l'Antropologia e l'Etnologia, vol. XVI, fasc. II. Firenze, 1886).

DEL MORO, *Degli scavi recentemente eseguiti nella caverna ossifera di Bergeggi* (Giornale della Società di Letture e Conversazioni scientifiche di Genova, anno 1886, fasc. 5).

maestra, la spiaggia era tanto larga che nel 1823 vi si costruì una nave. Ivi si vedono, lambiti dalle onde, i resti di un bastione, che a memoria di uomo erano discosti dal battente del mare. Allorchè fu demolito questo bastione (cioè quando si pose mano alla costruzione della gettata), si trovò incastrato nella muratura un ceppo d'albero, il quale era nato e cresciuto in quel punto, in condizioni ben diverse dalle odierne.

La mia attenzione fu richiamata su questi fatti da un sagace osservatore, l'ingegnere E. Charlon, il quale dimorava a Diano Marina quando avvenne il terremoto del 1887.

Il P. Timoteo Bertelli, tanto benemerito degli studi sismici, esponeva testè in una sua memoria nel terremoto ligure[1] alcune delle osservazioni surriferite e ne citava parecchie altre che pur concorrono a dimostrare il medesimo fatto.

Egli recò la testimonianza di persone intelligenti e pratiche di Diano Marina che attestano come, praticando fondazioni nel suolo della città, si trovassero più volte a certa profondità fondamenti di edifici preesistenti e come nello scavare un pozzo si scoprisse una specie di lastricato (forse un tratto dell'antica Via Aurelia).

Il signor G. Jervis ravvisa segni di abbassamento nel litorale d'Oneglia « dove le fondamenta delle case antiche sembrano essere sotto il livello attuale del mare ».[2]

In alcuni tratti della riva, fra Laigueglia e il Capo delle Mele, quantunque il suolo sia basso e pianeggiante, manca propriamente la spiaggia; ivi i marosi percuotono i ruderi di un antico muro parallelo al lido, eretto a difesa di un oliveto. A ridosso di un lembo di questo muro, rimasto in piedi, vegetano ancora alcuni olivi; molti altri, colla terra vegetale che li sosteneva, andarono distrutti.

Indizi di depressione appariscono ancora ad Albenga, in antichi edifizi profondamente interrati. Così il battistero, che risale al VII secolo, ha il suo pavimento collocato a circa m. 2,20 sotto il livello stradale e il Ponte Lungo (opera romana) sotto al quale, in tempi storici, passava il Centa, ha i suoi 10 archi interrati per 3 metri almeno.

L'avanzamento del mare a detrimento delle spiagge si osserva ancora, ma in proporzioni minori, a Finale, Varazze, Cogoleto, Arenzano, Voltri,

---

[1] *Osservazioni fatte in occasione di una escursione sulla Riviera Ligure di ponente dopo i terremoti ivi seguiti in quest'anno* (Memorie della Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei, vol. III. Roma, 1888).

[2] *Delle cause dei movimenti tellurici* ecc. Torino, tip. Derossi, 1887.

Sestri Ponente, Cornigliano, Sampierdarena, come pure in molti altri punti, e si procura di frenarlo con artificiali ripari e specialmente con gettate perpendicolari alle rive o *pennelli* che determinano lo accumularsi ai due lati, e sopra tutto verso ponente, di copiosi interrimenti.

Nella Riviera di Levante, il mare è in via di avanzamento sulla spiaggia di Chiavari ed ogni tanto invade qualche campo o giardino e distrugge qualche casa. L'anno scorso atterrò in parte l'ospizio di Santa Maria e l'edifizio del gasometro e cagionò gravi danni alla proprietà Rivarola. Ciò avviene, quantunque l'Entella che mette foce poco lungi rechi a quella spiaggia ricco tributo di sedimenti. La costa retrocede pure alle Cinque Terre e in specie nel Golfo della Spezia, lungo la Marinella, nel seno di Lavalà, a S. Terenzo, ecc. [1]

È poco presumibile che il fenomeno di cui si tratta, dipenda dalla erosione, nell'interno del golfo, le cui acque sono abitualmente tranquille.

Nella sua lettera a Carlo Bonnet, pubblicata nel 1784 in Verona, tra le « Memorie di Matematica e di Fisica della Società Italiana delle Scienze », lo Spallanzani accenna per incidenza ad un antico monumento da lui rinvenuto nell'isola del Tino, monumento in cui si avrebbe la dimostrazione dell'invariabilità del livello marino da ben 9 secoli.

Null'altro si trova in proposito tra le memorie stampate dall'insigne naturalista, ma egli lasciò scritto in una sua nota inedita, rinvenuta dal signor Giuseppe Manzotto, che il monumento in cui credette ravvisar la prova di così persistente immutabilità del livello marino consiste in una antichissima gradinata fatta nella roccia, per la quale si ascende all'isola dalla riva del mare; i due ultimi scalini di questa gradinata, a mare tranquillo, sono ora sommersi.

Nel riferire i fatti qui ricordati, Antonio Bertoloni avverte in prima che il Monastero di San Venerio, cui appartiene la scala scavata nel sasso, non risale a 9 secoli addietro come supponeva Spallanzani, ma solo a 7. Egli soggiunge poi che la circostanza dei due gradini sommersi anzichè provare l'invariabilità del livello marino sarebbe piuttosto un argomento valevole per sostenere l'opinione contraria, non potendosi ammettere che i due gradini sieno stati fatti per restar sott'acqua.

Osserva ancora il medesimo autore che alla sommità dell'isolotto

---

[1] Si troveranno particolareggiate notizie in proposito nella mia memoria intitolata: *Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi*. Genova, 1883.

Tinetto, presso il Tino, si trovano i ruderi di un piccolo cenobio (posto altra volta sotto la giurisdizione di quello di San Venerio), ruderi cui ai giorni nostri giungono i più alti marosi durante le forti mareggiate; ora non è probabile che originariamente il cenobio fosse esposto all'impeto delle onde.

All'estremità del Capo Corvo, o promontorio di Luni, havvi una grotta che ha nome *Tana del Serpente*, la cui apertura altra' volta ampia e facilmente praticabile, è divenuta a poco a poco, col tempo, angusta, perchè ostruita dai sedimenti della Magra; quando il mare è tranquillo, esso lambisce ora la bocca della caverna e giunge alla superficie del deposito. Non è questo, chiede l'autore, un indizio di sollevamento del livello marino?

Il medesimo fenomeno da cui dipendono i mutamenti ora accennati, nei rapporti reciproci della terra emersa e del mare, si manifesta eziandio nella posizione delle rovine di Luni, le quali giacciono in parte ad un livello inferiore a quello del mare, come ebbe a verificare Carlo Promis negli scavi archeologici ivi da lui compiuti. È vero bensì che, come sappiamo da Rutilio Numanziano, Luni era lambita dal mare, mentre i suoi ruderi ne distano al presente di ben duemila passi; ma facilmente si spiega questa distanza, osservando la natura del terreno, il quale è tutto formato di sedimenti depositati dalla Magra.

Senza addurre alcun valido argomento a favore della sua tesi, Bertoloni reca i fatti precitati quali prove di un lento sollevamento del mare [1] mentre con ugual ragione potrebbero considerarsi come dovuti ad un secolare avvallamento del suolo.

Fuori del territorio di cui precipuamente mi occupo in questo lavoro, sulle spiagge della Provenza, come su quelle della Toscana, gli accenni ad una depressione del suolo, o ad un recente innalzamento del livello marino (che forse ancora continua), sono pur numerosi ed evidenti; ma di questi ho trattato a lungo in altro lavoro e nulla potrei aggiungere alle cose già esposte.

Se prescindiamo dalla ampiezza dei movimenti e ci facciamo ad investigare il numero di quelli, bene accertati, che si produssero durante le ere quaternaria e terziaria, e ciò limitando le nostre osservazioni all'angusto territorio che ha per limiti il mare a mezzogiorno, il parallelo d'Acqui a settentrione e i meridiani di Nizza e di Genova a

---

[1] Vedi *Miscellanea botanica* (Nuovi Comment. di Bologna, tomo VIII, 1844).

ponente e a levante, giungiamo alla conclusione che furono almeno in numero di dieci, come apparisce dal prospetto seguente:

Prospetto cronologico delle oscillazioni subite dal suolo della Liguria durante le êre terziaria e quaternaria.

Attuale		Spiaggia con edifizi sommersi dal mare (Diano Marina).	*Immersione*
		Breccie ossifere neolitiche sommerse (Bergeggi).	*Emersione*
Postpliocenico. . .		Spiaggie emerse, letti di ghiaie e ciottoli marini sollevati (penisola di S. Ospizio, Capo delle Mele, Cogoleto, Voltri). Formazione di spiaggia.	*Emersione*
		Alluvioni fluviali antiche, terrazzi più o meno elevati lungo i corsi d'acqua (valli della Stura di Cuneo, del Nervia, ecc.). Formaz. d'acqua dolce.	*Emersione*
Pliocenico. .	Inferiore e Medio	Conglomerati a grossi elementi con scarsi fossili marini (valli inferiori del Varo, del Roia, del Nervia, del Quiliano). Formaz. di spiaggia e d' estuario.	*Emersione*
		Sabbioni e sabbie e marne sabbiose, con fossili marini (Ventimiglia, Bordighera, Porto Maurizio, Vado, Voltri). Formaz. di mare sottile.	*Emersione*
		Argille e marne con fossili marini (Ventimiglia, Albenga, Zinola, Savona, Albissola, Borzoli). Formaz. di mare profondo.	*Immersione*

Miocenico	Messiniano	Marne gessose con filliti, conglomerati, calcari, ligniti (valle inf. del Tanaro, Carezzano, Stradella, Tortonese). Formaz. d'acqua dolce.	*Emersione*
	Elvez. e Torton.	Sabbie ed arenarie, calcari, conglomerati ghiaiosi con fossili marini (Finalese, Val di Scrivia). Formaz. di mar sottile e di spiaggia.	*Emersione*
	Langhiano	Marne grigie e marne scistose, con pteropodi (Valle di Scrivia, territorio di Acqui, ecc.). Formaz. di mare profondo.	*Immersione*
	Aquitaniano	Marne arenacee, arenarie, conglomerati ghiaiosi (alta valle di Scrivia, valli del Lemmo e della Bormida di Spigno). Formaz. di mare poco profondo.	*Immersione*
	Tongriano	Conglomerati a grossi cogoli senza fossili, conglomerati rubiginosi con fossili marini (Monte Giovo, Sassello). Formaz. di spiaggia.	*Immersione*
		Mollassa scagliosa con filliti e testuggini (Monte Giovo, Sassello). Formaz. d'acqua dolce.	*Emersione*
		Mollassa rubiginosa o grigia con fossili marini (Monte Giovo, Sassello, alto Sansobia). Formazione di mare poco profondo.	*Immersione*
		Arenaria e scisti bituminosi con filliti (Monte Giovo, alto Sansobia). Formaz. d'acqua dolce.	*Emersione*
		Conglomerato e breccie a grossi elementi, mollasse (Monte Giovo, alto Sansobia). Formazione di spiaggia e di mare sottile.	*Emersione*

Eocenico. . .	Liguriano sup.	Calcari marnosi a fucoidi, calcescisti, scisti argillosi (Genovesato, territorio di Oneglia e Porto Maurizio, Capo delle Mele). Formaz. di mediocre profondità.	
			Immersione
	Liguriano inf.	Macigni e psammiti, brecce calcaree e poligeniche (vicinanze di Alassio (Santo Stefano, Bordighera). Formaz. di mare sottile.	
			Emersione
	Bartoniano	Scisti argillosi, calcari bigi e neri con fossili marini (valli sup. del Taggia e del Nervia, Mortola, Mentone). Formaz. di media profondità.	

Acque minerali e termali.

Le acque minerali e termali si considerano da certi autori come manifestazioni secondarie e perimetriche del vulcanismo; la connessione loro coi fenomeni endogeni, in genere, e coi fenomeni vulcanici in particolare, d'altronde è, per talune regioni, così evidente che non può mettersi in dubbio.

Per questi motivi, nel considerare le traccie di attività endogena più o meno collegate ai movimenti del suolo cui soggiacque la Liguria non convien prescindere dalle acque minerali e termali. Porgerò pertanto, l'elenco di quelle che sgorgano entro al territorio più violentemente scosso, poi enumererò le sorgenti che scaturiscono nei territori confinanti.

Acque minerali che sgorgano dal territorio più violentemente scosso dal terremoto del 23 febbraio.

(A) Solfuree.

Acqua di Isolabona. — A circa due chilometri da questo comune del circondario di S. Remo, presso Bordighera, sulla via di Pigna, si trova una sorgente solforosa che scaturisce dalle fessure d'una rupe. È fresca e abbandona copioso sedimento di zolfo.

Acqua di Pigna. — Si trova sulla riva destra del Nervia, ad un chilometro dal paese, a monte, e scaturisce da un calcare nerastro, eocenico. Essa è limpida, dotata di sapore grasso particolare e di odore d'acido solfidrico. Oltre all'acido solfidrico, contiene solfato, cloruro e carbonato sodico, carbonati di calcio e di magnesio, gas acido carbonico, ecc. La sua temperatura è di 17°.

Acqua di Giuncarello. — Sgorga dalle falde del Monte Nero, tra Bordighera e Ospedaletti a pochi metri sul livello del mare. Appena raccolta è limpida e si mantiene tale se conservata in vasi chiusi, ma lasciata all'aria aperta, si intorbida; ha odore d'uova fracide, sapore nauseante; il suo peso specifico è circa 1,013. Essa contiene gas acido carbonico libero in piccola quantità, cloruri di sodio, di magnesio e di calcio. [1] Il signor Clarence Bicknell, il quale volle misurare per me la temperatura di questa sorgente, la trovò due volte, a qualche giorno d'intervallo, durante l'inverno 1887-1888 di 19° $^1/_2$ (cent.).

Sorgente di San Remo. — Questa sgorga presso la città di San Remo, in una proprietà del signor Carli. Essa è limpida, emette lieve odore di uova fracide ed ha sapore solfureo e lisciviale. Lasciata all'aria s'intorbida e forma un deposito bianchiccio. Secondo il prof. Gentile [2], il quale pur somministra le indicazioni surriferite, contiene:

Gas acido solfidrico	0, 044
Solfuro di calcio	0, 210
Bicarbonato di calcio	0, 290
Carbonato di sodio	0, 035
Solfato di calcio	0. 115
Cloruro di calcio	0, 060
Cloruro di magnesio	0, 025
Acqua e perdite	999, 221
	1000, 000

Il prof. Gentile non somministra ulteriori notizie sulla ubicazione di questa sorgente che è probabilmente la stessa menzionata dal Da Prato nella sua « Guida di San Remo » (S. Remo 1876), come quella che emerge dai calcari attraversati dal torrentello Foce a poco più di un chilometro ad occidente dalla città.

[1] Canobbio, *Analisi chimiche di diversi corpi*. Genova, 1834.
[2] Gentile, *Analisi chimica di alcune acque solforose, ecc.* Porto Maurizio, tip. Demaurizi, 1865.

Sorgente di Borgomaro. — Sgorga sulla sinistra del torrente Impero nel comune di Borgomaro, circondario di Porto Maurizio, propriamente sotto l'abitazione del signor Demora. Si presenta in parecchie piccole sorgive che scaturiscono dal calcare eocenico, sorgive la cui portata è un po' maggiore nell'inverno che nell'estate. L'acqua è limpida, incolora, di odore epatico, di sapore sulfureo lisciviale; la sua temperatura, poco variabile tra le diverse stagioni e tra un ora e l'altra, oscilla dai 14° a 16° della scala di Reaumur; il suo peso specifico è 1,1018. Abbandonata a se stessa, forma un tenue deposito biancastro. L'analisi chimica di quest'acqua eseguita dal prof. G. Gentile [1] diede i risultati seguenti:

Gas acido solfidrico	0, 025
Solfuro di calcio	0, 235
Carbonato di calcio	0, 330
Solfato di calcio	0, 165
Cloruro di magnesio	0, 030
Cloruro di calcio	0, 020
Cloruro di potassio	traccie
Acqua e perdita	999, 195
	1000, 000

Il sedimento abbandonato dall'acqua stessa risulta per 100 parti, secondo lo stesso chimico, di:

Carbonato di calcio	74
Solfato di calcio	14
Acido silicico	8
Perdita	4
	100

Sotto il nome di *Acqua Amoretti*, Barelli registra nello stesso circondario di Porto Maurizio un'altra fonte solforosa situata nel comune di Colla (ora Coldirodi). [2]

(B) Calcarifere.

Sorgente di Mentone. — L'acqua della sorgente detta *da Barma de Pedas*, nella valle di Mentone, trae le sue scaturigini a pochi chilometri dalla città; quantunque non possa propriamente ascriversi alla

---

[1] Memoria citata.

[2] *Cenni di statistica mineralogica degli stati di S. M. il re di Sardegna etc.* Torino, 1835.

categoria delle acque minerali e si adoperi ad uso di acqua potabile, essa forma nei condotti naturali od artificiali in cui scorre, un deposito calcarifero alabastrino; in 8 anni questo deposito raggiunse in un tubo di terra cotta la spessezza di 5 centimetri.

FONTANA LANDRIGO. — Questa si trova alle falde del Monte Colma, tutto costituito di arenarie e scisti eocenici, nel territorio di Ceriana e può vedersi lungo la via fra questo villaggio e Baiardo. Le acque, piuttosto copiose, sono incrostanti, depositano cioè sui corpi di cui vengono a contatto e in ispecie sul fondo del rigagnolo in cui scorrono una sorta di travertino assai leggero e spugnoso, il quale si adopera colà per certe costruzioni. La volta della chiesa di Baiardo, che crollò durante il terremoto del 23 febbraio, era in gran parte fabbricata di questa roccia, la quale essendo fragile ed inquinata di terra si presta assai male all'uso cui fu adibita.

RIVO DI TERZORIO. — Questo rivo, denominato colà ***Rio du Tuvio***, scende dal Monte Negro a ponente di Terzorio, fra questo villaggio e Pompeiana, e scorre sopra calcari eocenici. Come già ho avvertito in altro capitolo, esso deposita nel suo alveo un travertino poco abbondante che si adopera localmente per l'edilizia.

SORGENTE DI PINO. — La sorgente scaturisce in un burrone situato presse le case di Bricco, sotto la borgata d'Isasco, a levante dell'abitato di Pino, e giunge al mare dopo aver attraversato la ferrovia (a circa 250 m. a levante del casello N. 56) e la via nazionale. Le sue acque depositano un travertino assai spugnoso, di color bruno chiaro che ricopre di un potente intonaco il fondo del burrone ed incrosta i corpi sommersi.

(G) Indeterminate.

FONTE DI LUCERNA. — Nella sua *Geografia medica dell'Italia (Acque minerali)*, il Mariani cita ancora un acqua minerale indeterminata, che sbocca dal Poggio del Ratto, fra Loano e Boissano, e si denomina localmente *Luxerna.*

Acque minerali che sgorgano alla periferia del territorio danneggiato dal terremoto.

(A) Solfuree.

Sorgente dell'Acquasanta. — Sgorga sulla riva del torrente Leiro, a tre chilometri e mezzo da Voltri, da un masso di serpentina triassica. È limpida, incolora, senza odore ed ha un sapore sgradevole, sulfureo-lisciviale. Abbandonata per qualche ora in vasi aperti, s'intorbida e vi forma un deposito biancastro. Lungo il canale in cui scorre, essa lascia un deposito costituito di 86 parti di carbonato di calcio e 14 parti di solfato di calcio. [1]

La seguente analisi di quest'acqua è desunta da una antica memoria del Palmarini:

Solfato di calcio.	gr.	0, 45012
Cloruro di calcio.	»	0, 01988
Cloruro di magnesio.	»	0, 06240
	gr.	0, 53240
Acqua.	»	999, 46760

Sorgente della Penna. — Sgorga a due chilometri a S.E dall'Acquasanta, nella località detta la Penna, da una fenditura che si apre appiè di una eminenza scistosa, quasi a livello di un vicino rivo, alle cui acque si unisce. Essa costituisce un getto perenne di 2 pollici di diametro (Mojon) e, pei suoi caratteri fisici, si mostra analoga alla precedente. Secondo un antica analisi di Deferrari e Mojon, un chilogrammo di quest'acqua contiene:

Calce.	gr.	0, 22046
Solfo.	»	0, 08267
Magnesia	»	0, 04593
Cloruro di calcio.	»	0, 51486

Sorgente di Carpenea. — Sgorga nell'alta valle del Varenna da roccie serpentinose trassiche.

---

[1] La sua temperatura è compresa tra 20° a 25° (cent.) e sembra indipendente dalle stagioni. Pesa specificamente 1,008.

Sorgente di Moranego, Comune di Rosso (mandamento di Torriglia). — Mi è noto soltanto che sgorga da roccie della formazione eocenica e che è più ricca d'acido solfidrico di quella dell'Acquasanta.

Sorgenti di Voltaggio. — Sgorgano da roccie calcaree ed eoceniche presso Voltaggio, sulla riva sinistra del Morsone, poco prima della sua confluenza col Lemmo. Son due sorgenti che scaturiscono l'una accanto all'altra. Le acque loro sono limpide ed incolore; emanano leggiero odore solfureo ed hanno un lieve sapore di uova fradicie. Lungo il loro tragitto, abbandonano un deposito biancastro, il quale, almeno in gran parte, è organico (vegetale). Durante il terremoto del 23 febbraio le sorgenti trasportarono in copia frammenti di un deposito analogo, il quale rivestiva probabilmente parte del condotto sotterraneo delle sorgenti. La temperatura loro, misurata in luglio 1887, era di 14° (cent.) e probabilmente si mantiene uguale o quasi negli altri mesi dell'anno.

Sorgente di Galaneto. — Sgorga nel letto del Verde a Galaneto, in prossimità di Isoverde, presso la linea di contatto fra le formazioni eoceniche e triassiche. A breve distanza, si trovano adunamenti di gesso e masse di serpentina eocenica.

Acqua solforosa di Carrosio. — Scaturisce sulla destra del Lemmo presso il paese di Carrosio, verso Gavi.

Altra sorgente. — Si trova presso il Cascinotto, casolare situato a 2 chilometri a levante di Carrosio.

Acqua solforosa di Serravalle-Scrivia. — Sbocca sulla sinistra della Scrivia, non lungi dal paese. È assai scarsa.

Acqua della Baissa. — Sgorga ad un chilometro e mezzo a nord di Altare. Secondo alcuni è leggermente solforosa; altri non crede di poterla qualificare come minerale.

La Bollente. — Sgorga nell'interno della città d'Acqui e fornisce circa 6000 ettolitri d'acqua al giorno, alla temperatura di circa 75°. Il suo peso specifico supera di 10 millesimi quello dell'acqua distillata. Contiene acido solfidrico libero, cloruri di sodio, di magnesio e di calcio, solfidrato di calcio, ioduri, materie organiche, acido silicico e ossido di ferro.

Altre sorgenti d'Acqui. — Scaturiscono salla riva destra della Bormida, a breve distanza l'una dall'altra e a circa un chilometro e mezzo dalla città. Esse sono in numero di 7, quali calde, quali alla temperatura dell'aria atmosferica, forniscono complessivamente circa 7000

ettolitri d'acqua al giorno ed alimentano i reputati stabilimenti termali che traggono il nome loro dalla vicina città. [1]

Acqua Puzzolente o del Ravanasco. — Scaturisce sulla riva sinistra del torrente di questo nome, appiè della collina di Bigogna, a circa 360 metri dalle sorgenti dei Bagni d'Acqui, alle quali somiglia per le sostanze che trae seco in soluzione; la sua temperatura è di 17°, 5.

La Caldana. — Scaturisce nel centro dell'abitato di Visone e risulta di più vene che si raccolgono in una vasca; la sua temperatura è di circa 20°.

Fontana del Quarello. — Sbocca sulla sinistra del Quarello, a breve distanza a levante da Visone. Si trova presso à poco alla temperatura della precedente.

Acqua del Medrio. — Questa scaturisce nel comune di Strevi, presso la via principale fra Acqui ed Alessandria, a circa un miglio dalla prima città. È limpida, leggermente salsa e appena attinta ha un lieve odore epatico; la sua temperatura è di circa 15°, 6. Contiene cloruro sodico, carbonati alcalini e terrosi, solfato sodico, ioduro sodico, traccie di bromo, ecc.

Fontana del Rodone. — Si trova nel comune di Strevi e fornisce un acqua salina, della quale gli autori non danno precise notizie.

Sorgenti del Rio dei Chiodi. — Due di esse scaturiscono ad una trentina di metri l'una dall'altra a circa 400 m. a ponente di Visone e pel deposito ferruginoso che abbandonano lungo il loro corso e per altri caratteri si direbbero ferruginose. Una terza, situata, nel Rio dei Chiodi, a breve distanza dalle prime, è schiettamente solforosa. La sua temperatura è di 21°, 2.

Acqua Marcia. — Quest'acqua, abbondantissima, sgorga a due chimetri e mezzo al sud di Ponti, presso la sponda destra della Bormida e accanto alla strada nazionale. È limpida, dotata di sapore nauseante e di forte odore solfureo. Si dice che sia tepida.

Altra sorgente. — Scaturisce essa pure presso la riva destra della Bormida, ad un quarto di chilometro dall'abitato di Ponti. È tepida.

Sorgente di Cassinasco. — Sbocca alle falde del monte S. Pietro, a mezzogiorno del paese di Cassinasco.

Sorgente di Sessame. — Scaturisce nel comune di Sessame (man-

---

[1] Per notizie più particolareggiate sulle fonti minerali e termali d'Acqui, il lettore potrà consultare numerose memorie delle quali il Mariani reca l'elenoo alla pag. 63 della sua opera precitata.

damento di Bistagno) in prossimità del Rio dei Merli, ovè questo affluisce nella Bormida; è limpida, di sapore nauseante e di odore solfureo. Poco lungi, vi ha anche una fonte acidula e fresca.

Sorgente di Monastero Bormida. — Si trova nel comune omonimo (mandamento di Bubbio), sulla sponda sinistra della Bormida occidentale, a chilometri 3,20 a scirocco di Bubbio. Ha sapore salso e odore solfureo.

Sorgente di Castelletto d'Orba. — È una sorgente salino-solforosa che scaturisce a circa un chilometro da questo villaggio, presso il torrente Arbidosa. Limpida nel momento in cui viene alla luce, ben presto si fa lattiginosa; il suo sapore è nauseante e dolcigno, l'odore solforoso; contiene in soluzione gas acido solfidrico e carbonico in copia, cloruro sodico e calcico, carbonato e solfato di calcio ecc.

Altre sorgenti. — Nell'alveo del Rio Albera si trovano altre piccole sorgenti solforose, meno ricche di materiali disciolti.

Sorgente di Mombasiglio. — Si trova nel vallone di Mongia che mette al Corsaglia, a un chilometro a scirocco di Mombasiglio; è copiosissima, chiara, limpida, salmastra al palato e dotata di odore d'uova fracide. Essa contiene solfuro sodico, bicarbonato di calcio e di magnesio, solfato e cloruro sodico ecc.

Sorgente di Garessio. — Scaturisce da una collina detta la Menna, a circa mezzo miglio dal capoluogo del comune; contiene cloruro sodico, iodio e solfuro sodico.

Sorgente della Chiusa di Pesio. — È situata a 10 chilometri dal comune omonimo, presso la Certosa di Pesio; è fresca, un po' torbida, ha sapore ferruginoso ed acidulo ed esala odore di acido solfidrico. Essa contiene in copia solfati di magnesio e di ferro, cloruro sodico, ecc.

Acqua Solforosa di Vicoforte. — Scaturisce a 2 chilometri dal paese, presso il Santuario della Madonna, e somministra all'ora 7 ettolitri d'acqua fredda, limpida e leggermente solfurea.

Acque di Valdieri. — Scaturiscono a 15 chilometri a greco di Valdieri, alle falde del Monte Stella. Fu eretto accanto ad esse un grandioso stabilimento termale. Segue l'elenco delle sorgenti solforose in numero di 8. Di altre, saline, si dirà più innanzi.

Acqua termale di Santa Lucia. — È limpida, untuosa al tatto, leggermente amara. Contiene idrogeno solforato, solfati e cloruri alcalini in copia. Temperatura 39°,65.

Acque di S. Lorenzo e S. Martino. — Sono due polle che dopo breve tragitto si riuniscono; hanno caratteri poco diversi da quelli della precedente. Temperatura 69° (secondo altri 63°,75).

Acque dei Polli e dei Fanghi antichi. — Sono due scaturigini assai prossime che si congiungono dopo breve tragitto. Le acque loro, analoghe alle precedenti, si trovano alla temperatura di 68°.

Acque di San Carlo. — La sorgente antica di questo nome si trova alla temperatura di 41°; la nuova a 55°. Della prima, che è quasi scomparsa sotto i materiali depositati dal Gesso, si hanno scarse notizie; la seconda contiene solfati, cloruri e silicati alcalini, ecc.

Sorgente Cavour. — Questa esala forte odore d'acido solfidrico ed ha sapore epatico; è più ricca di materie fisse di quella di Santa Lucia. Temperatura 47°.

ACQUE DI VINADIO. — Queste sorgenti in n° di 8, sono tutte solfuree e sgorgano a 2 ore dal comune (capoluogo del mandamento omonimo), appiè del Monte Oluz, a 1275 m. sul livello del mare. Si usufruttano in uno stabilimento termale assai frequentato. Tali sorgenti recano tutte cloruro sodico, solfato calcico, carbonato calcico, acido silicico, gas acido solfidrico, gas acido carbonico, azoto e traccie di sostanze bituminose. Segue l'elenco di esse, colla indicazione delle temperature rispettive:

Sorgente della Cappella	45°
Sorgente della Stufa	62°.5
Sorgente della Stufa dei Quartieri	67°.5
Sorgente laterale della Rocca	31°.6
Sorgente inferiore della Rocca	57.°5
Sorgente superiore della Rocca	60°
Sorgente del Fango	62.°5
Sorgente della Maddalena	47°.5

ACQUA DI SAN MARTINO DI LANTOSCA. — Sgorga a un quarto d'ora dal villaggio; è solfureo-alcalina e contiene gas acido carbonico. La sua temperatura è di 16°.

(B) *Ferruginose.*

ACQUA DI PONZONE. — Scaturisce presso il casale di Pian di Latte a 1 chilometro e mezzo al sud di Ponzone. Si tratta di acqua ferruginosa e magnesiaca.

ACQUA DI MORBELLO. — Sbocca nell'alveo stesso del torrente Visone presso il paese di Morbello.

ACQUA FERRUGINOSA DI VISONE. — Sgorga a mezzo chilometro dal paese di Visone, sulla riva destra del Rio dei Chiodi; è tiepida.

ACQUE DI VICOFORTE. — Sono due sorgenti che sgorgano a due chilometri a mezzogiorno dal paese, a pochi minuti di distanza dal così detto Santuario della Madonna. La portata loro complessiva è di circa 60 litri all'ora; sono limpide, fredde e contengono bicarbonato di ferro.

ACQUA DI POGGETTO THENIERS. — Nella località di Breuil, presso il comune di Poggetto Theniers, nel Nizzardo, scaturisce quest'acqua, la quale, a quanto si afferma, ha sapore stittico ed è molto ferruginosa.

SORGENTE DELLA BOCCHETTA. — Scaturisce al passo della Bocchetta da roccie scistose eoceniche; ha colore giallastro, dovuto ad una piccola quantità di idrato di ferro che tiene in sospensione; il suo sapore è stittico. Coi reattivi essa somministra segni di ferro, di gas acido carbonico, di cloruri, ecc.

SORGENTE DI TREBBIOLA. — Nel comune e mandamento di Torriglia. Mi risulta soltanto che scaturisce da terreni eocenici e che ha un sapore d'inchiostro molto sensibile.

(C) Manganesifere.

ACQUA DI SOPRA LA CROCE. — Contiene principalmente dei carbonati con traccie poco apprezzabili di solfati e cloruri; la calce ne sarebbe la base dominante, mentre vi esisterebbero in proporzioni minime l'allumina e l'ossido ferrico. Il deposito formato dall'acqua risulta di carbonato calcico, di sostanze organiche e d'ossido ferrico in piccole quantità; così negli *Atti della ottava Riunione degli Scienziati italiani.*

(D) Saline.

ACQUE DI VALDIERI. — Oltre alle fonti solfuree già enumerate, sono comprese fra quelle di Valdieri le quattro seguenti:

Acqua purgante calda. — Questa sorgente produce 5700 litri in 24 ore d'acqua limpida, incolora, inodora e dotata di sapore leggermente amaro, che contiene solfati alcalini, cloruro sodico e vari ossidi metallici. La sua temperatura è di 36°. Si dice anche *acqua magnesiaca* quantunque la magnesia vi sia assai scarsa.

Acqua vitriolata. — È limpida, senza colore e un pò amara; il suo nome è affatto improprio, perciocchè contiene principalmente solfato sodico e silicato potassico ed è priva di solfato di ferro.

Acqua di S. Giovanni. — Quantunque prossima alle sorgenti calde, la sua temperatura varia tra i 10° e i 7°,5. Ricetta in soluzione cloruro sodico, solfati di sodio, di magnesio e di calcio, ossigeno libero, ecc.

Acqua d'oro di Sant'Antonio. — È fredda, limpidissima e non ricetta che una piccola quantità di cloruro alcalino e copia relativamente grande d'ossigeno.

ACQUA DI BOBBIO. — Scaturisce dalla sponda destra della Trebbia, presso Bobbio, all'altezza di circa m. 15 dal torrente. Essa è limpida, con sapore fortemente salso e leggero odore di idrogeno solforato; la sua temperatura fu trovata di gradi cent. 19, essendo 15 quella dell'aria. Secondo Mojon (1807), contiene 0,063 di sal comune e qualche indizio di cloruri di calcio e di magnesio, nonchè di solfato di sodio e traccie di idrogeno solforato. Nel 1810, Cordier (*Journal des mines*, n° 160) indicò per questa sorgente, un afflusso di m. c. 81 in 24 ore, e riconobbe in essa: 0,0345 di muriato di soda, 0,0058 di muriato di calce e traccie di idrogeno solforato. Più tardi, Baldracco verificava un afflusso di m. c. 32,05 in 24 ore, e determinava il peso spec. dell'acqua in 1,07 (*Atti della ottava Riun. degli Scienz. italiani*, p. 427).

ACQUA DEL FONTE GRANDE. — Sgorga a Pian di Casale, in val di Trebbia, da macigni e arenarie inferiori ai calcari a fucoidi. Essa contiene: cloruri di sodio, di calcio e di magnesio e bicarbonati di calcio e di magnesio; si mantiene limpida all'aria.

ACQUA DEL FONTE SUPERIORE. — Sgorga dallo stesso terreno, nella medesima località. Essa contiene: cloruri di sodio, di calcio e di magnesio, solfati di calcio e di magnesio; si mantiene limpida all'aria.

ACQUA DI CONFIENTE. — Sgorga in piccolissima quantità alla confluenza dell'Aveto colla Trebbia. Essa contiene: cloruri di sodio, di magnesio e di calcio e bicarbonati di calcio e di magnesio; è limpida e fredda.

(E) Acidule.

ACQUA DI GROGNARDO. — Sgorga sulla riva sinistra del torrente Visone, a mezzo chilometro dal paese; è assai copiosa.

ACQUA DI SAN STEFANO D'AVETO. — Emerge dalla formazione eocenica; è fresca, ferruginosa e reca seco un pò di petrolio.

(F) Indeterminate.

ACQUA DI PIAN PALUDO. — Si trova a Pian Paludo, presso Sassello nella località detta Rocca Tagliata.

ACQUA DEI GREPPINI. — Greppini presso Sassello.

Considerazioni desunte dalla distribuzione delle sorgenti termominerali. — In conclusione, l'area principale sismica del terremoto ligure non ci presenta che un piccolo numero di sorgenti minerali, nessuna delle quali calda, tutte dovute, secondo ogni verosimiglianza, ad azioni chimico-fisiche locali. Esse non danno segno di speciale attività endogena nel territorio di cui si tratta, non si trovano in relazione con roccie eruttive superficiali e la distribuzione loro non accenna a fratture profonde ed estese.

Per quanto ha tratto alle sorgenti termominerali segnalate al di fuori dell'area principale sismica, hanno importanza notevole i due gruppi di Valdieri e Vinadio, tra le Alpi Marittime, e quello d'Acqui, lungo il versante settentrionale dell'Appennino ligure.

Tutti e tre questi sistemi di sorgenti non presentano alcun rapporto diretto con formazioni vulcaniche o semplicemente eruttive antiche o recenti; ma stanno ad indicare un attivo lavorio idrotermico ed accennano a vie di comunicazione tra la parte profonda della crosta terrestre e l'esterno.

Non v'ha dubbio che tali manifestazioni dell'attività endogena debbano essere bene spesso accompagnate da trepidazioni del suolo. Ma, se le forti scosse del 23 febbraio 1887 si propagarono con notevole intensità fino al territorio da cui sgorgano le fonti minerali e termali e se, per queste scosse, taluna di esse ebbe a subire intorbidamento di acqua o temporaria alterazione di regime, non saprei attribuire a questo fenomeno che il significato d'una azione puramente meccanica, esercitata sui condotti sotterranei percorsi dalle acque, nè potrei ammettere un nesso qualsiasi tra il terremoto e le sorgenti.

Principali terremoti subiti dalla Liguria e dalle Alpi Marittime.

Per tentare l'interpretazione del terremoto del 23 febbraio 1887, è utile ricercare quali altre commozioni telluriche agitarono la Liguria e le Alpi marittime. Ho compilato all'uopo l'elenco, riferito qui appresso, dei principali terremoti, subiti da questa regione, di cui si conservano memorie negli annali, nelle cronache, nelle storie, nelle effemeridi ecc. Tali documenti abbracciano però un periodo di tempo assai breve in confronto di quelli contemplati dalla geologia. Dei tempi anteriori nulla sappiamo di certo [1].

---

[1] Immediatamente al disotto dello strato archeologico in cui si trovano manufatti romani, in alcune caverne ossifere del Finalese, s'incontrano detriti,

Prospetto dei principali terremoti osservati in questa regione. [1]

951 . . . Molte scosse fortissime in Liguria (M).
1135 . . . Terremoto fortissimo in Liguria (M).
1182, Agosto 14. Forte terremoto a Genova (Giustiniani, libro 2°). È probabilmente lo stesso notato dal Mercalli come avvenuto il 15 Agosto.
1197 . . . Terremoto fortissimo e rovinoso a Genova e in altre città dell' Alta Italia (M.)
1217, Gennaio 8. Terremoto di breve durata alle 3 di notte (Giustiniani, libro 3°).
1222, Dicembre 25. Terremoto disastroso nell'Alta Italia (M). « La città (Genova) fu tutta in pericolo di ruinare » (Giustiniani, libro 3°).
1276, Luglio 29. Terremoto forte a Genova (M).
1303, Luglio 23. Le acque del porto (Genova) si abbassarono lasciando parte del fondo all'asciutto fino alla chiesa di S. Tommaso, talchè si raccolsero pesci à secco; la mancanza durò due ore (*Tractatus Chronologicus* del padre Aurelio).
1322, Ottobre 16. Terremoto a Genova (M).
1377, Novembre 6-7. Terremoto a Genova (M).
1481, Maggio, verso il 15. Terremoto disastroso a Fivizzano e intorno al Golfo della Spezia (M).
1564, Marzo 15. Terremoto disastroso fra le Alpi Marittime. Si vuole che rimanessero 200 vittime alla Bollène (G. Jervis).
» Luglio... Terremoto rovinoso a Nizza e in Provenza (M). [2]
1612, Gennaio 30. La città di Genova fu scossa violentemente per due volte verso le ore 21 (Casoni, *Annali*, libro 1°). Il Mercalli nota un terremoto fortissimo a Nizza avvenuto invece il 31 Gennaio.
1644 . . . Terremoto a Nizza (M).
» Febbraio 15. Terremoto a Nizza e Marsiglia (M).
1688, Settembre 16. Terremoto nel Genovesato (M).
1689, Ottobre 9. Terremoto a Genova (M).

---

frammenti di roccia e massi caduti dalla volta, che accennano con molta probabilità a terremoti violenti di poco anteriori ai tempi storici.

[1] Vedasi nel paragrafo che segue il prospetto il significato delle abbreviazioni.

[2] È probabilissimo che il terremoto registrato precedentemente sotto la data del 15 Marzo 1564 sia il medesimo indicato dal Mercalli come avvenuto nel Luglio dello stesso anno.

1703, Luglio 1 e 2. Scosse mediocri a Genova (M).

1730, Marzo 28. Terremoto a Genova; poco dopo, a Massa e Carrara ove fu rovinoso (M).

1741, Febbraio 7-8. Terremoto forte a Genova (M).

1752, Gennaio 16. Terremoto à Nizza (De Parville, Comptes Rendus, séance du 14 Mars 1887).

1767, Febbraio 7. Alcune scosse forti a Genova e a Torino, altre si sentirono il 9 (M).

1775, Gennaio 5. Terremoto a Genova (*Tableau chronologique des principaux phén. metéor.* etc. di Cotte).

1780, Luglio 30. Terremoto a Genova (come sopra).

1802, Maggio 12. Terremoto a Genova (come sopra).

» Ottobre 27. Nella notte dal 26 al 27 le acque del porto (di Genova) si abbassarono improvvisamente per modo chè le navi toccarono il fondo (Multedo). Questo fenomeno probabilmente conseguiva da una commozione tellurica da cui era scosso il suolo di Costantinopoli, della Tracia e della Grecia.

1806, Febbraio 23, ore 7 $^1/_2$ p. m., terrem. ondul., con direz. S-N, in Liguria *(Guida di Genova e del Genovesato).*

» Giugno 19. Terremoto fortissimo a Nizza (M).

» Dicembre 8. Alle 7 $^1/_4$ pom. terremoto ondul. della durata di pochi secondi a Genova. Direz. dal S. al N. (Diario Avanzini).

1811, Luglio 15. Terremoto forte a Genova (M).

1818, Febbraio 23. Verso le 7. 15 pom. Terremoto fortissimo o rovinoso a Mondovì, Acqui, Nizza Monferrato, S. Remo, Porto Maurizio, Alassio. A Torino fu ondul. con direz. N-S. Gravi danni ad Alassio. Altra scossa alle 11 pom. che danneggiò S. Remo. Repliche il 24 e il 26 febbraio e il 2 marzo (M).

1819, Gennaio 8. Terremoto forte a Genova, fortissimo lungo la Riviera occidentale, rovinoso a Porto Maurizio e S. Remo (M).

1828, Settembre 9. Alle 12 e 30 di notte fortissimo terremoto che produsse qualche danno agli edifizi di Genova. Gran parte della popolazione dormì più notti all'aperto. Le scosse si fecero sentire due volte in 24 ore *(Guida di Genova).*

» Ottobre 8. Terremoto forte a Genova, Torino, Porto Maurizio, Marsiglia (M).

» Replica il giorno 8 dicembre alle 4 p. m., con direz. E-O (come sopra).

1831, Maggio 26. Alle 11. 25 ant. scossa disastrosa diretta da N. NO a

S. SE, sussultoria poi ondulatoria; danneggiò San Remo, Taggia, Pompeiana e principalmente Bussana e Castellaro e fu preceduta da rombo. Altre il 27 e il 28 (M).

1832, Febbraio 16 e 17. Scosse forti a Nizza.

1834, Luglio 4. Forte scossa ondulatoria con direzione E-O (*Guida di Genova).*

1837, Aprile 11. Scossa con direz. E–O (*Guida di Genova).*

1838, Maggio 5. Terremoto forte a Genova; due o tre brevi scosse (*Guida di Genova*).

1849, Giugno 17-18. Terremoto assai forte a Limone, Vernante e Tenda (M). Si ripeteva a Limone il 17 Novembre (M).

1851, Ottobre 13. Alle ore 12, scossa forte diretta O-E a San Remo (M).

1854, Dicembre. . . Terremoto piuttosto violento fra le Alpi Marittime e nella Riviera occidentale, con lesione di qualche fabbricato e fuga di abitanti. Fu preceduto da rombo [1].

1855, Giugno 12. Terremoto forte alla Spezia. Scosse leggere il giorno 11 e il 12 nella Riviera occidentale.

1858, Agosto 30. Terremoto fortissimo a Demonte, forte a Cuneo, Mojola, Gajola (M).

1871, Giugno 24. Scossa forte a Mondovì, con direz. N.NO-S.SE (M).

1872, Aprile 23. Scossa piuttosto forte a Mondovì (M).

» Dicembre 31. Scossa forte a Bavari, in Val di Bisagno (Boll.). Secondo il Bollettino del vulcanismo ital., si produssero nella stessa notte avvallamenti del suolo a Mentone e a Ventimiglia, ma si tratta di frane superficiali di cui non è dimostrata la connessione coi fenomeni endogeni.

1873, Gennaio. Il Bollettino del vulcanismo ital. segnala dall'1 al 10 movimenti del suolo nell'alta valle del Bisagno e nella valle di Fontanabuona; ma questi fenomeni furono provocati probabilmente dalle pioggie prolungate e non da cause endogene. Lieve scossa a Genova il 22 Dicembre.

1874, Gennaio 7. Scossa forte a Genova (Boll.).

» Giugno. Dal 2 al 13, varie scosse quali forti, quali leggere in Piemonte; il 7 forte scossa a Taggia (Boll.).

» Settembre 2. Scossa forte in Riviera (Charlon).

1878, Giugno 7. Scossa forte a Cairo, mediocre a Mondovì e Savona; direz. NE-SO (Boll.).

---

[1] Rassegna Nazionale, vol. XXXIV. Firenze, 16 marzo 1887.

1878, Agosto 3. Altre scosse non lievi nella Riviera occidentale (Bollet.).
» Novembre 25. Scossa forte a Cuneo (M).
1879, Dicembre 12. Due scosse a Demonte e Valdieri, la seconda piuttosto forte (Boll.).
1880, Aprile 25. Scossa abbastanza forte, preceduta da rombo, a Porto Maurizio, S. Remo, Dolceacqua, Perinaldo ecc. Direz. E-O (Boll).
1882, Luglio 22. Scossa forte ondulat. a Savona. Direz. N-S. È l'eco di quelle che si sentirono in Savoia, nelle valli della Saona e della Loira ecc. (Boll.) - Il 28 scossa sensibile a Masone (Boll.).
1884, Giugno 5. Scossa sussultoria di 3° grado ad Alassio (Boll.).
» Novembre 24. Scossa abbastanza forte fra le Alpi Marittime, in Provenza, nel Delfinato. Il 27 terremoto leggero a Nizza (Boll.).
1885, Gennaio 24. Due forti scosse a Porto Maurizio che produssero qualche lesione nel palazzo della prefettura (Boll.).
» Febbraio 10. Terremoto di 6°, preceduto da rombo a Genova. Si osservò anche a Santa Margherita, Recco ecc. Il 12 scossa leggera a Genova e Chiavari e scossa forte a Ventimiglia. Il 16 scossa abbastanza forte, preceduta da rombo, in Riviera. Altre scosse più o meno leggere il 26 febbraio, il 1° e il 12 marzo (Boll.).
» Dicembre 6. Si sentirono a Genova, a Santa Margherita e a Chiavari alcune scosse di 3°. A Genova, fu notata la direzione E-O (Boll.).
1887, Febbraio 23. Terremoto disastroso per la Riviera occidentale e il Nizzardo, rovinoso per il Piemonte e le Alpi Marittime, fortissimo per parte dell'Alta Italia e della Provenza.

Schiarimenti intorno al prospetto suesposto. — Per alcuni terremoti antichi, il mio elenco reca l'indicazione della fonte dalla quale fu attinta la notizia, per altri che mancano di questa indicazione e portano per contrassegno la lettera (M), il lettore troverà opportuni schiarimenti nell'accuratissimo catalogo del Mercalli [1]. Finalmente, le notizie relative ai terremoti più recenti, corredate della abbreviazione (Boll.) sono ricavate dal repertorio del prof. De Rossi « Bollettino del Vulcanismo Italiano ». Agli aggettivi che servono a qualificare le scosse e ai numeri d'ordine adoperati per determinarne l'intensità, si attribuisce nel prospetto il significato convenzionale dato loro dal De Rossi e dal Mercalli.

Nell'elenco dei terremoti liguri osservati dopo il 1700 sono regi-

[1] *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia.* Nell'opera intitolata: L'Italia sotto l'aspetto fisico, storico, artistico, ecc. Milano, F. Vallardi ed., 1881.

strate soltanto le scosse forti che furono avvertite da tutti e suscitarono allarme più o meno viva nella popolazione. Dei terremoti leggieri non si è tenuto conto, perchè, mentre i dati in proposito abbondano per gli ultimi 30 anni, mancano o sono scarsissimi rispetto ai tempi precedenti e quindi non sarebbe possibile tra essi un confronto istruttivo, poi perchè da pochi anni soltanto si possiedono apparecchi atti ad apprezzare e a misurare siffatti fenomeni, i quali, ad ogni modo, anzichè vere e proprie oscillazioni telluriche provocate da cause endogene, sono talvolta fenomeni locali, dovuti a cause che hanno sede alla superficie. D'altra parte, i terremoti leggeri (e questo si può dire anche di molti tra i forti) sono bene spesso l'eco affievolito di un fenomeno che ebbe la sua origine in un territorio più o meno lontano.

Dei terremoti anteriori al 1700 ho citato anche quelli che gli autori non ricordano propriamente come forti, perchè è presumibile che in quei tempi si tenesse conto soltanto dei fenomeni, i quali per la loro intensità colpivano la fantasia popolare e perchè non è possibile, ad ogni modo rintracciar notizie più precise in proposito [1].

Considerazioni desunte dal prospetto dei terremoti della Liguria e delle Alpi Marittime. — Dal 951 al 1888, durante un periodo di oltre nove secoli, non si serbò memoria che di 52 anni in cui si verificarono terremoti forti o rovinosi subiti dalla Liguria, la quale cifra ci darebbe la media di un anno di tali terremoti ogni 16. Ma si tratta di una media fittizia, perciocchè le notizie relative a certi tempi e a certi luoghi sono deficienti e talune non sono suscettibili di confronto perchè mal definite.

Nei primi secoli di questo periodo si verificarono indubbiamente molte commozioni del suolo non meno violente di quelle qui registrate, e tuttavolta gli storici e i cronicisti trascurarono di prenderne nota o pure, vuoi per lo smarrimento delle antiche scritture, vuoi per altre circostanze, se ne cancellò il ricordo.

Il caso che due o più terremoti assai forti si sieno prodotti, durante il corso di un solo anno, nello stesso territorio, è piuttosto raro; per ciò la cifra delle annate corrisponde presso a poco a quella dei terremoti. D'altronde, allorchè due o più scosse si producono a breve intervallo di tempo, si possono considerare come episodi dello stesso fenomeno.

---

[1] Ho omesso di registrare i terremoti degli anni 615, 815, 1000, 1088, 1116, 1118, 1185, 1504, che si ricordano come fortissimi o rovinosi nell'Italia superiore od anche in tutta la penisola e perfino in tutta Europa, senza che sia in qualche modo specificata l'intensità del fenomeno in Liguria.

Da questa enumerazione apparisce che tanto la Riviera di Levante quanto quella di Ponente subirono terremoti forti da tempi remoti fino ai giorni nostri.

Non convien attribuire alcuna importanza al numero maggiore dei terremoti segnalati in Genova rispetto agli altri punti, nei secoli trascorsi, perciocchè la copia delle indicazioni che datano da tempi remoti dipende dall'importanza della città, dal numero e dalla diligenza degli osservatori, piuttosto che dalla frequenza dei terremoti stessi.

Negli anni più prossimi a noi, vediamo che i terremoti segnalati nella estremità occidentale della Riviera di Ponente sono più numerosi di quelli della Riviera di Levante e del Genovesato.

Dalle notizie raccolte, sembra che a Genova e nella Riviera orientale non vi fossero mai case atterrate e nè si avessero a deplorare vittime umane per causa del terremoto. Si produssero solo lesioni degli edifizi in taluna della maggiori scosse subite dalla città, per esempio nel 1222, nel 1828 e nel 1887. Nei tre casi citati, tuttavolta, l'agitazione del suolo non giunse al Genovesato che affievolita, trovandosi più o meno lontano l'area epicentrale o epiassiale del fenomèno.

La zona più intensamente disastrosa del terremoto del 1222 attraversa il Bresciano e il Bergamasco. Quanto ai terremoti del 1828 e del 1887, flaggellarono principalmente la Liguria occidentale. Altri terremoti che colpirono più o meno Genova e la Riviera di Levante furono invece disastrosi per la Lunigiana o la Toscana. Così quello del 1481 che danneggiò Fivizzano, quello del 1730 che produsse rovine a Massa e Carrara e il memorabile terremoto della Toscana del 1846.

La Riviera di Ponente, e in ispecie la parte di essa che è compresa fra Albenga e Nizza, costituisce un campo di notevole attività sismica, cui si può annettere a nord e nord-ovest buon tratto delle Alpi Marittime. Infatti le commozioni telluriche dalle quali fu più violentemente scossa la Riviera sembrano essersi propagate in generale ben più tra le Alpi Marittime che nel resto della Liguria e nella Provenza. Si direbbe quasi che la Bollène, Cuneo, Mondovì e il territorio circostante sono solidali delle agitazioni del litorale ligustico.

Nel presente secolo, l'area sismica di cui si tratta fu colpita quattro volte, cioè nel 1818, nel 1828, nel 1831 e nel 1887, da scosse disastrose. Nel 1564 fu atterrato il villaggio della Bollène e morirono molti abitanti.

PARTE TERZA

Il terremoto del 23 Febbraio 1887.

Segni precursori e concomitanti. — Prima della mattina del 23 febbraio, furono segnalate in Liguria e nelle regioni vicine alcune lievi scosse di terremoto. Queste si fecero sentire a San Remo alle 4 e alle 9 a. m. del 22, a Torino alle 8 p.m. del 22, alle 2 a. m. del 23, a Domodossola, e alle 4 a.m. del 23, a Milano alle 4.35′ a.m. del 23.

Secondo il prof. Galli, fin da parecchi giorni prima del 23, il sismodinamografo dell'osservatorio di Velletri accusava lievi scossette in numero sempre crescente, numero che raggiunse il 23 il massimo di 60, per poi successivamente decrescere. In quello stesso giorno, alle ore 3.20′ a. m., ne fu avvertita una anche senza sussidio degli strumenti. La prima scossa rovinosa per la Liguria fu colà sentita debolmente alle 6.26′.

Qualche ora prima del terremoto ligustico, gli abitanti del Monte Baldo nel Veronese udirono un fortissimo rombo; ciò riferisce il professore Goiran, [1] avvertendo come in questa circostanza e in altre il Monte Baldo abbia funzionato da avvisatore sismico « precedendo con manifestazioni sue proprie, l'azioni delle energie geodinamiche sì nella nostra (Verona) che in altre regioni ».

Secondo il prof. M. S. De Rossi, regnò in gennaio e febbraio (prima del 22) per tutta la penisola sensibile agitazione microsismica con massimi nei giorni 5, 10, 16, gennaio, 4, 10, 16, 19, 21, febbraio; [2] il 22 vi sottentrò tuttavolta calma quasi perfetta.

Il 5 e l'8 gennaio, avverte lo stesso sismologo, furono scossi il Gargano e il Vulture, il 15 e il 22 l'Etna, il 24 la Venezia. In febbraio,

---

[1] *Sul terremoto del giorno 9 novembre 1887.* Verona, tip. Franchini, 1888.

[2] Il 21 alle 4 p. m. si udì a Norcia un rombo che non fu seguito da scossa.

dopo Aquila, tremò l'Etna il 19 e il 20. Nel Veneto, si osservarono trepidazioni fra il 22 e il 23; finalmente una scossa fu sentita sul Gargano il 23 alle 6 e 8'. [1]

Sono tanto frequenti in Italia le piccole commozioni del suolo che non mi sembra doversi ammettere una connessione ben manifesta tra quelle ora accennate e il terremoto ligustico.

Due giorni prima che avvenisse il terremoto, alcuni curiosi che visitavano la caverna di Verzi (sopra Loano), estesa cavità aperta nel calcare dolomitico del trias medio, sentirono forte odore di solfo (probabilmente di acido solfidrico), tale da togliere il respiro. Questo fatto fu riferito a don Morelli, che me ne diede comunicazione, da taluno dei testimoni, fra i quali un maestro di scuola.

In alcuni osservatori magnetici, e segnatamente a Genova, a Milano e a Moncalieri, l'ago del declinometro presentò perturbazioni sensibili in vari giorni di febbraio e in ispecie il 12, il 13 e il 22; queste pertanto possono essere considerate come segni precursori; ma siccome perturbazioni maggiori si verificarono dopo la prima scossa del 23, mi riserbo di rendere conto delle une e delle altre sotto la rubrica di fenomeni magnetici concomitanti.

Rombo. — La prima scossa fu preceduta da un rombo di intensità rapidamente crescente che tosto scemava e cessava poi del tutto mentre incominciava il tremito del suolo.

Il fanalista di guardia al faro di Genova avrebbe avvertito il rombo 2 o 3 secondi prima del tremito; quello di guardia al faro di Vado avrebbe percepito il rombo 3 o 4 secondi prima del tremito. Il signor Bonfils a Mentone mi disse di aver udito il rombo 2 secondi prima di sentire il tremito.

Secondo gli osservatori collocati nelle posizioni più favorevoli, il rombo si sarebbe manifestato da prima come un soffio potente, talchè alcuni credettero che si levasse un vento impetuoso, poi come il frastuono di un treno pesante che corre sulla via ferrata. A Ventimiglia, il prof. L. Orsini ed altri credettero che il treno diretto proveniente dalla Francia fosse uscito dalle rotaie entro la galleria che sbocca nella valle del Roia.

Nell'area periferica agitata dal terremoto, il rombo, fu avvertito o alla fine della scossa o dopo la medesima.

---

[1] Si veda a questo proposito: Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 7 mars 1887.

Don Morelli, il quale si trovava a Pietra Ligure il 23 febbraio, riferisce che il rombo si sentì colà un momento prima della scossa disastrosa delle 6. 22' e che il suono pareva giungesse da Loano. Anche la terza scossa (quella delle 8,54' a. m. fu preceduta da rombo, ma questo parve propagarsi invece da levante a ponente.

Nebbia e lampo. — Nell'istante della prima scossa, narrasi che da Ceriale si vide una colonna di fumo cinereo correre in distanza sul mare, portandosi nella direzione di Diano Marina.

Alcune persone che si trovavano a Savona la mattina del terremoto riferiscono d'aver osservato prima del fenomeno, in fondo al Corso, verso il mare, una nebbia (forse un pulviscolo), in mezzo alla quale si scorgevano come lievi bagliori.

Il sig. G. Buffa, professore di geografia nella R. Università di Genova, mi disse come la mattina del terremoto un viandante che si trovava sulla pendice di un monte (Monte della Croce) sopra Cairo Montenotte, avvertì nel momento della prima scossa un lampo e una vampa di caldo. Altri in Porto Maurizio mi parlarono di questa impressione di caldo ma in termini poco precisi.

Il professore Piccone mi assicurò che in Albissola Marina fu veduto il lampo che precedette di pochi secondi la prima scossa. Parve agli astanti che procedesse dal Capo di Noli verso l'Ermetta. Al sacrestano della cattedrale, certo Sciaccarama, sembrò un istante che il tempio fosse tutto in fiamme. Secondo il prof. Pittaluga, una donna appena fuggita di casa dopo la prima scossa, in Savona, avrebbe veduto splendere di lieve fosforescenza la sommità della croce nel campanile della cattedrale. Qualche momento prima del fenomeno, apparve al parroco di Giustenice un vivo bagliore (Squinabol).

L'asserto di coloro che dicono di aver osservato un lampo o bagliore, verso ponente nel momento del terremoto o poco prima, è avvalorato dalla testimonianza del fanalista di Vado e credo non si possa revocare in dubbio.

Quanto alla comparsa della nebbia o del fumo, non è ancora ben accertata, tanto più che coloro i quali affermano di averla osservata nell'istante della scossa o poco appresso possono aver scambiate per nebbia o fumo la polvere sollevata dalle ruine. Non credo poi di poter accogliere come sufficientemente fondata l'osservazione di una vampa calda che si sarebbe sollevata dal suolo durante lo scuotimento.

Odore solfureo. — Subito dopo la prima scossa si sparse in vari punti di Savona, di Diano Marina e probabilmente di altre città odore d'acido solfidrico.

Questo fu avvertito distintamente anche alcuni minuti dopo la scossa da parecchie persone riunite nella *Villa Benech* presso Savona.

Sono ancora incerto circa il significato di tali emanazioni che, nell'interno delle città, potrebbero essere state prodotte da lesioni verificatesi nei condotti immondi e nelle cloache, nonchè dalla agitazione dei liquidi contenuti negli uni e nelle altre. La circostanza dell'odore di solfo che fu sentito nella caverna di Verzi prima del terremoto e presso Vado, ove si formarono fenditure nel terreno, durante il sussulto principale del 23 febbraio, m'induce a supporre che potessero dipendere, almeno nella pluralità dei casi, dal reciproco attrito di masse rocciose contenenti solfuri metallici.

Condizioni meteorologiche del 23 febbraio 1887. — La mattina del 23 il tempo era chiaro, sereno e calmo. A Genova (alle 8 a. m.) il barometro ridotto a 0 e al livello del mare segnava mill. 769,5; la temperatura era di 7° [1]. Nello stesso giorno la temperatura massima fu 9°, 5 e la minima di 5°, 6.

A Porto Maurizio, la sera del 22 il barometro segnava, secondo il prof. Vassallo, direttore di quell'osservatorio meteorologico, mill. 761,03, il termometro del barometro accusava esternamente 8° [2]. Il cielo era sereno e chiaro; soffiava leggero vento da S.E.

Condizioni meteorologiche poco diverse regnavano in ogni altra parte della Riviera.

Momento della prima scossa.

Il 23 febbraio la prima scossa di terremoto disastrosa per la Liguria occidentale si produsse nelle località qui appresso enumerate, nelle ore seguenti, riferite al tempo medio di Roma.

1. Mentone — ore 6. 18'. 34" (Stazione della ferrovia e osservazioni di un privato) [3].

---

[1] Queste osservazioni sono somministrate dall'Osservatorio della R. Marina situato a S. Giorgio, a m. 105 sul livello marino.

[2] L'Osservatorio di Porto Maurizio è situato a m. 62,92 sul livello marino.

[3] Secondo il sig. Offret, il quale sottopose ad una accuratissima disamina i dati relativi all'ora della prima scossa (Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 25 avril 1887), si può ritenere questa indicazione come precisa.

2. Nizza — ore 6. 19'. 34" (Osservatorio astronomico).

3. Torino — ore 6.20' (Osservatorio astronomico della R. Università).

4. Alassio — ore 6. 21'. 34" (Piccolo osservatorio, nel Collegio dei P. Saleslani [1].

5. Marsiglia — ore 6. 21'. 50" (Osservatorio)

6. Moncalieri — fra le ore 6. 21.' 50" e le ore 6. 22'. 33" (Padre Denza) [2]

7. Genova — ore 6.22' (Tenente di vascello Lasagna, addetto all'Osservatorio della R. Marina)

8. Milano — fra le ore 6. 23' e le 6. 24' (Osservatorio di Brera).

9. Basilea — ore 6.24.' 26" (Grande orologio astronomico dell'osservatorio)

10. Firenze — ore 6. 25' (Padre T. Bertelli).

Le ore per Mentone, Nizza, Alassio e Marsiglia citate dal signor Offret e da lui riferite al tempo medio di Parigi, furono da me ridotte al tempo medio di Roma, coll'aggiunta della cifra che esprime la longitudine in tempo dell'Osservatorio di Parigi. (0^h. 40'. 34". 52 '). Nella riduzione tuttavolta non ho tenuto conto delle frazioni di secondo, perchè le osservazioni di cui si tratta non comportano approssimazioni maggiore del secondo. Così ho fatto per l'ora di Basilea data da Soret.

In questo elenco ho registrato soltanto le indicazioni che presentano una certa garanzia d'esattezza, trascurandone molte altre che mancano del medesimo requisito. Come già fu avvertito da altri, le indicazioni orarie relative al fenomeno di cui tengo discorso sono deficienti ed incerte, soprattutto per quanto concerne la zona che fu scossa con maggior violenza. La mancanza di osservatori astronomici nelle città della Riviera tra Genova e Nizza, il sistema imperfetto addottato per regolar gli orologi lungo le linee ferroviarie italiane e francesi rendono impossibile l'apprezzamento delle notizie orarie raccolte nei piccoli centri della Riviera intorno al terremoto. Coll'impianto delle stazioni si-

---

[1] Il padre Rocca, rettore del collegio e zelante cultore della meteorologia determinò immediatamente l'ora della prima scossa per mezzo d'un buon orologio da tasca, del quale verificò poco appresso la precisione, confrontandolo con una meridiana che si reputa esattissima.

[2] Queste indicazioni, desunte dall'orologio del sismografo Cecchi confrontate coi cronometri dell'osservatorio, i quali vengono regolarmente paragonati a quelli dell'osservatorio di Torino, scrive il padre Denza, sono suscettibili di un errore che non oltrepassa ± 5 secondi.

smiche testè deliberato dal Consiglio superiore di Metereologia e Geodinamica sarà provveduto in gran parte per l'avvenire a siffatta lacuna.

Dall'elenco presentato, della cui esattezza assoluta non intendo nemmeno farmi mallevadore, risulta intanto che da un punto della Riviera, procedendo verso ponente e verso levante, la indicazione oraria della prima scossa va gradatamente ritardando. Questo punto deve essere prossimo a Mentone, in cui fu segnalata l'ora più mattiniera del fenomeno. Sembra infatti che la prima scossa si sia sentita a Nizza un minuto, a Marsiglia tre minuti e alcuni secondi dopo Mentone; a Alassio due minuti, a Genova due minuti e mezzo dopo la stessa città.

Se il terremoto avesse avuto un epicentro, questo si dovrebbe collocare in prossimità di Mentone; ma si vedrà in seguito come tale ipotesi sia manifestamente in opposizione coi fatti.

Il sig. Offret ha raccolto in un prospetto l'istante nel quale fu segnalata la prima scossa in molti punti dell'Alta Italia, della Francia e della Svizzera, situati fuori dell'area principale sismica e, calcolando la distanza di ciascun punto da Mentone ne ha desunto la velocità superficiale di trasmissione delle scosse nei vari tratti. Reputo inutile ripetere la discussione dei dati orari che hanno servito a questo computo. Basta al mio assunto lo enunciare taluno dei risultati, i quali, giova ripeterlo, non hanno che un valore approssimativo.

Tra Mentone e Moncalieri, la velocità superficiale media della vibrazione è stimata di 450 m. al secondo [1] con un errore possibile di 90 m., tra Mentone e Milano risulta di 670 m. almeno, con un errore possibile di 110 m. Fra Mentone e Venezia apparisce di 1040 m. con un errore possibile di 140. Da Mentone a Le Locle in Svizzera ammonta a 1000 m. almeno e 1440 al massimo [2] con errori possibili di 140 e di 280 m.

In tesi generale, si vede che *le velocità crescono colla distanza dal punto superficiale primamente colpito* (da Offret e da altri sismologi designato epicentro), risultato il quale si trova in patente contraddizione col principio generalmente ammesso e professato, secondo il quale la

---

[1] È la minima velocità osservata.

[2] Sarebbe questa la più alta cifra relativa alla velocità, cifra, la quale, secondo recenti esperienze, corrisponderebbe presso a poco alla velocità di trasmissione degli scuotimenti attraverso le trachiti porfiroidi e i graniti (NOGUÉS, *sur la vitesse de transmission des ébranlements souterrains*. Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 9 avril 1888).

velocità di propagazione delle oscillazioni diminuisce colle distanze. Non essendo supponibile che in un mezzo omogeneo la velocità delle vibrazioni vada crescendo colle distanze, è mestieri inferirne che nel caso presente il rallentamento sia dovuto, in alcune direzioni, alla natura del suolo e alle pieghe orografiche. È questo il supposto di Offret; ma non esclude il dubbio che le sue deduzioni emanino in parte da indicazioni orarie poco esatte; se, a cagion d'esempio, fosse errata quella relativa alla città di Mentone, mancherebbero di fondamento i risultati di tutti quanti i calcoli surriferiti.

Andamento della prima scossa.

In proposito mi furono forniti ragguagli particolareggiati dai signori Bonfils, direttore del museo di Mentone, prof. Orsini di Ventimiglia, prof. Vassallo direttore dell'osservatorio meteorologico di Porto Maurizio, prof. Gentile della stessa città, ing. Charlon a Diano Marina, ing. Del Moro di Savona.

Secondo la maggior parte delle testimonianze, si sentì da prima una lieve vibrazione che divenne, crescendo, un moto ondulatorio; questo poi alla sua volta si cangiò in sussulto irregolare, il quale affievolendosi cessò. Tutti ravvisarono nel fenomeno due o tre fasi di rinforzo; solo alcuni percepirono una differenza sensibile tra il movimento ondulatorio e il successivo sussultorio. Questo apparve distintissimo al Bonfils, il quale descrive con molta efficacia il fragore che produceva il cozzo dei materiali negli edifizi agitati da movimenti verticali verso la fine del fenomeno.

L'ispezione dei tetti d'ardesia, in gran parte sconnessi e sfasciati, nei paesi più gravemente colpiti ed anche a Savona, Vado, Spotorno, Finalmarina, Loano ecc., che soffrirono danni meno gravi, dimostra la realtà del moto sussultorio. Si vedrà in seguito come non sia mancato il moto vorticoso, dovuto alla concomitanza di moti orizzontali in senso diverso.

Diagrammi sismografici. — Vale a dare un concetto preciso del fenomeno, per quanto riguarda le fasi principali delle oscillazioni compiutesi orizzontalmente, la vista del diagramma tracciato dal sismografo di Cecchi a Moncalieri, la mattina del 23, e che qui riproduco (Tav. XIV).

Il diagramma esordisce con una linea tremolata, poi presenta una serie di sinuosità irregolari, dirette da est a ovest e da ovest a est, che

rappresentano altrettante oscillazioni complete [1] e si ripetono 6 volte, amplissima fra tutte la quarta; ripigliano quindi ondulazioni meno risentite e irregolari con direzione da ovest a est e viceversa e infine si termina il diagramma con altra linea più intensamente tremolata della prima.

Il parallelepipedo del sismografo di Moncalieri cominciò a muoversi, scrive il padre Denza, [2] circa alle ore 6. 21'. 50"; la grande e più forte scossa ondulatoria ebbe luogo alle 6. 22.' 6" e la successiva trepidazione durò 15", ora in un senso ora in un altro, secondo il parallelo, con un massimo alle 6. 22'. 14". Cessò l'ondulazione alle 6. 22'. 21" e succedette il tremolio gia ricordato, il quale durò circa 12 secondi.

L'ispezione del diagramma dimostra che il parallelepipedo del sismografo subì verso la metà della scossa, e per effetto della scossa stessa, uno spostamento permanente verso est. Di questo fatto, che supponevo dipendente da una imperfezione del sismografo, dimandai spiegazione al padre Denza, il quale mi scrisse doversi attribuire ad uno spostamento permanente, verificatosi nel muro cui era appoggiato l'apparecchio.

Il sismografo non diede segni apprezzabili per quanto concerne i movimenti sussultori e vorticosi, nonchè quelli nel senso dei meridiani.

Nello stesso osservatorio di Moncalieri un altro istromento registratore, il sismoscopio Cavalleri, somministrò indicazioni istruttive [3]. Questo risulta di sei pendoli di lunghezza diversa (tra m. 0,20 e 1,20), i quali diedero tutti un tracciato di movimenti orizzontali manifestatisi la mattina del 23 febbraio. I più lunghi indicarono specialmente la direzione E-O, i più brevi quella N-S. Un pendolo della lunghezza di m. 0,80 produsse il tracciato più esteso. È notevole eziandio quello somministrato da un pendolo di m. 0,60, riprodotto nella memoria precitata del sig. Offret. Esso consiste in un gruppo di curve elittiche, assai irregolari e complicatissime che accusano due direzioni dominanti, e presso a poco equivalenti rispetto all'intensità, ben manifeste; una O-E

---

[1] S'intende che le direzioni date dal diagramma sono inverse di quelle dei movimenti subiti dall'edifizio e dal sismografo.

[2] *Alcune notizie sul terremoto del 23 febbraio* 1887. Torino, tip. S. Giuseppe, 1887.

[3] Vedasi in proposito una nota di Offret nei Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 23 mai 1887.

ed una N.NE—S.SO. Vi hanno pur traccie di una oscillazione assai più breve N.O—S.E. Sembra adunque che l'impulso abbia avuto luogo successivamente, ma a brevissimi intervalli di tempo, in sensi diversi.

Nella interpretazione di siffatti documenti resta il dubbio, non chiarito dalle notizie pubblicate per opera del padre Denza e d'altri, che i tracciati di cui sopra portino commisti i segni della prima scossa e della seconda [1].

Il 23 febbraio 1887, verso le 6. 25′ a. m., trovandomi a Firenze in una stanza al secondo piano dell'albergo Bonciani, sentii distintamente una trepidazione prolungata e un oscillare della porta, cosicchè mi parve che qualcuno all'esterno battesse sommessamente colla nocca. Il movimento non durò meno di 8 a 10 secondi.

Al Collegio alla Quercia, ove è situato l'osservatorio del padre Bertelli, due sole persone sentirono la scossa, la quale fu indicata esageratamente dagli apparecchi sismici.

« De'miei pendoli sismici, scriveva, poco appresso, il Bertelli, in una sua memoria pubblicata nella *Nazione,* alcuni sono al pianterreno applicati ad una colonna che sorge sopra un piedistallo assai solido, con fondamento profondo, circondato di sabbia, ed isolato dal resto del fabbricato. L'escursione dei pendoli più lunghi ivi giunse a più di 5 centimetri! Un pendolo presso a poco della stessa lunghezza (3 metri) e dello stesso peso (chil. 3) posto al secondo piano, lasciò una traccia maggiore, assai singolare del moto sismico complessivo. »

« Dalla natura del grafito di essa, più accuratamente esaminato, mi pare di poter rilevare che la prima impulsione (la quale credo passasse inavvertita per la sua lentezza) fosse da S.E a N.O, e che le altre seguenti (quasi ortogonali alle prime, come quasi sempre si è osservato qui, anche in altri moti sismici) fossero in direzione S.O-N.E, e con leggero spostamento dalla verticale, come al solito. »

« Quanto all'ampiezza esagerata della traccia lasciata da alcuni pendoli lunghi, io tengo per certo che ciò dipenda dalla circostanza (scientificamente assai istruttiva in questo terremoto) che cioè in queste regioni più remote dell'area di maggiore scuotimento, l'ondulazione terrestre sia stata sincrona e di fase oscillatoria eguale a quella propria di codesti pendoli, e che quindi abbia prodotto nei medesimi un feno-

---

[1] Mentre era in corso la stampa la presente memoria, questo dubbio fu dallo stesso padre Denza convertito in certezza.

meno d'interferenza sommatoria facendoli sbalzare al di là del limite vero del trascorrimento terrestre locale. Ciò viene confermato dal fatto osservato qui come pure negli altri due osservatorii sismici in Firenze, cioè al Ximeniano, diretto dall'illustre P. Filippo Cecchi scolopio, e da quello privato di Varlungo del sig. Giovanni Bertelli. Infatti tutti i pendoli o più lunghi o più corti di quello sopra indicato (non ostante che collocati in piani elevati dal suolo dove, per lo svettare conseguente del fabbricato, l'oscillazione suol essere più ampia e più durevole) hanno invece date delle traccie più corte, e queste in qualche modo proporzionali alle loro diversità di lunghezza rispetto ai pendoli che ho detto. Questo fatto ripetuto già qui e altrove molte altre volte, mi pare che specialmente in questo terremoto, abbia confermato luminosamente la teoria accennata, la quale 35 anni or sono fu studiata la prima volta e sperimentata artificialmente da un mio confratello, il P. Giovanni Cavalleri di Crema: anzi appunto per tal ragione egli adottò nel suo sismometro parecchi pendoli di lunghezza diversa. Ripeto pertanto, ciò che altre volte ho accennato che per avere una indicazione giusta e possibilmente completa e comparabile di un moto sismico occorrerebbero diversi mezzi determinati oscillanti, forniti cioè di diversa rapidità oscillatoria, compresa, per esempio, tra il dondolamento di 1 secondo e mezzo di durata, ed il tremito di 1|10 di secondo. »

Propagazione della scossa. — Ad Alessandria, l'ago del declinometro, nell'Osservatorio meteorologico, si abbattè la mattina del 23 febbraio, sul suo sostegno. All'Osservatorio di Brera, in Milano, il declinometro subì un salto di 4 centimetri e rimasero spezzati alcuni fili della sospensione.

All'Osservatorio di Marsiglia, si arrestò un orologio il cui pendolo oscillava in un piano diretto da nord a sud e un altro orologio il cui pendolo si muoveva lungo un piano normale al primo subì un ritardo di 5 secondi.

A Perpignan un sismografo di Cecchi accusò una oscillazione diretta da O ¼ S.O a E ¼ N.E. In Svizzera si arrestarono orologi regolatori a Ginevra, Zurigo, Le Locle, Chaux-de-Fonds, Sonceboz e si fermò un pendolo astronomico a Basilea; una campana di Morges fece sentire una dozzina di rintocchi.

La vibrazione fu avvertita dal sig. François nella miniera carbonifera d'Anzin, mediante il tromometro.

Dopo il terremoto della Riviera, fu agitata anche la Grecia, massime a Pyrgos e a Calamata, ma non sussiste verosimilmente alcun legame fra il primo e il secondo terremoto.

Durata della prima scossa.

La durata della prima scossa fu stimata diversamente nelle diverse località ed anche nella stessa località da diversi osservatori.

In quel tratto di litorale che fu cosparso di rovine dal terremoto la cifra che esprime il numero de' secondi interceduto fra il principio e la fine della scossa varia fra 20 e 40. Il professore Vassallo dà per Porto Maurizio la cifra di 20 secondi. Il corrispondente del *Bollettino meteorico* a San Remo reca per quella città 40 secondi. Per Finalmarina il *Bollettino meteorico* nota 30″.

Gli apprezzamenti si fanno più divergenti rispetto ai punti situati fuori dell'area principale sismica. A Genova, secondo la direzione dell'Osservatorio meteorologico della R. Università, la scossa ebbe la durata di 12 secondi, ma alcuni privati percepirono i sussulti e le vibrazioni per più di 30 secondi. A Chiavari il prof. Bianchi afferma che durarono 30 a 40 secondi; e alla Spezia il sig. Tamburini reca 40″. Queste differenze non sono da imputarsi che in piccola parte, io credo, alle facoltà e condizioni individuali dell'osservatore e dipendono piuttosto dalla natura e dell'altitudine del fabbricato in cui esso si trovava mentre avveniva la scossa, dalla costituzione litologica del suolo e del sottosuolo ecc.

A Livorno il professor Monte stima la durata della scossa di 15″, il padre Bertelli la limita a 6″ per Firenze, ma io potei apprezzarla colà ad una certa distanza dal punto in cui osservava il Bertelli, per un tempo certo maggiore. A Fiesole si stimò di 20 secondi (De-Stefani). A Novi parve che la scossa durasse 6″ (Boll. meteor.), a Pavia 20″ (Boll. meteor.), a Milano si notò per circa 15″ (periodici locali), a Como per quasi un minuto primo (Boll. meteor.) A Moncalieri si prolungò, secondo dati forniti da un sismografo, come si è veduto, per oltre 40″, a Torino per 17″ (Osservatorio astronomico della R. Università), a Fossano per 30″ (Boll. meteor.), a Valdieri per circa 60″ (Boll. meteor.).

Verso ponente e lungo il litorale, fu sentita l'oscillazione per 12 a 15 secondi, a Tolone (Boll. meteor.), per 16 a Saint-Tropez (Rèveille). A Marsiglia, il direttore dell'Osservatorio astronomico, Stephan, scrisse che il terremoto si prolungò per lo spazio di 90 secondi, ed è il computo più elevato di quanti sono venuti a mia cognizione, computo notevolissimo, tanto più se si raffronta alla durata del fenomeno in altri dunti situati nel mezzo dell'area sismica. La straordinaria durata del

terremoto a Marsiglia, a Valdieri, a Como, come pure in altri punti più o meno lontani dall'area principale sismica, si spiega, a parer mio, col riflesso che il fenomeno risultava di varie scosse simultanee o quasi con direzione diversa, le quali si propagarono per ciò con velocità disuguale e quindi ad una certa distanza dal radiante o dai radianti sismici si fecero sentire successivamente. In altre parole, nella regione superficiale più prossima a quella nella quale i sussulti si originarono, questi agitarono il suolo quasi in pari tempo e gli effetti loro si compenetrarono, si confusero, accrescendosi per conseguenza l'intensità loro complessiva; a distanza maggiore invece, giunsero poco a poco, risultandone una agitazione più prolungata, ma più regolare e leggera.

Direzioni della prima scossa.

In ordine alla direzione o alle direzioni dell'impulso propagatosi attraverso al suolo, durante la prima scossa, ho raccolto le indicazioni qui appresso enumerate:

Sisteron N.E—S.O (Tardieu).
Marsiglia N.O—S.E (Stephan).
Tolone O—E (giornali locali).
Cannes E—O (T. Martin).
Nizza N.E—S.O (Otto).
Mentone S.O—N.E (dall'osservazione di corpi spostati).
S. Remo S.E—N.O (Boll. meteorico).
Porto Maurizio N.E—S.O (Boll. meteorico)
Diano Marina N.O—S.E (da proiezioni).
Capo delle Mele S.E—N.O (Dallo spostamento verificatosi nel faro).
Alassio S.O—N.E (periodici).
Noli S.O—N.E (Pittaluga, dalla caduta dei merli d'una torre).
Savona S.O—N.E (Pittaluga).
Genova S.O—N.E (Lasagna e Osserv. meteor. universitario).
Chiavari S.O—N.E (Bianchi).
Valdieri S.O—N.E (Boll. meteorico).
Fossano S.O—N.E (Boll. meteorico).
Cuneo N.E—S.O (Boll. meteorico).
Moncalieri O-E ed E-O con intervalli O.NO—E.SE (Denza).
Torino S.E—N.O (osservaz. fatte al Municipio).
Torino N.E—S.O (Osserv. astronom. universitario).

Torino N 37°E—S 37° O (Uzielli, da spostamento di un tubo di stufa).

Novi Ligure O—E (Boll. meteorico).

Milano S.E—N.O (R. Osserv. di Brera). [1]

Bergamo S.O—N.E (Boll. meteorico).

Mantova S.E—N.O (Cavichioli).

Spinea di Mestre S.E—N.O (Bellatti).

Modena S.SO—N.NE (Boll. meteorico).

Fiesole N—S (De Stefani).

Firenze S.O—N.E (prevalentemente) S.E—N.O (Bertelli).

Livorno S.E—N.O (P. Monte).

Roma N.E—S.O e S.E—N.O (De Rossi).

Capraia E—O (Boll. meteorico).

I dati che figurano in questo elenco sono, come si vede, contraddittori e ciò molto probabilmente non per fatto degli osservatori, almeno nella pluralità dei casi, ma pel diverso modo di manifestarsi del fenomeno nelle varie località e in conseguenza della complicanza propria allo stesso.

Prevale di gran lunga fra le direzioni notate quella da S.O a N.E; ma non mancano la normale ad essa, come pure le direzioni E-O e N-S.

Tenuto conto dei movimenti giratori che si produssero in molti oggetti mobili, interpretando eziandio i tracciati forniti dai sismografi, si giunge alla conseguenza che le oscillazioni ebbero generalmente almeno due impulsioni diverse (secondo il Bertelli, una cioè nella direzione O-E e l'altra presso a poco nella normale a questa).

Un punto di molto rilievo per l'analisi del fenomeno, e che risulta dalla massima parte delle osservazioni, si è che in Riviera, da Mentone a Genova, l'impulso più potente parve provenire da ponente. Circa i punti situati a ponente di Mentone, le indicazioni sono assai scarse.

Rispetto a Nizza, il sig. Perrotin, direttore di quell'Osservatorio, m'informa che l'urto sembrò procedere colà da levante.

---

[1] Il pendolo lasciò una traccia sismografica elittica con direzione predominante N.O-S.E.

Il terremoto osservato dai fari.

Affine di procurarmi notizie sicure sulle circostanze che precedettero e accompagnarono le scosse la mattina del 23 febbraio, nella parte centrale o meglio assiale dell'area sismica, visitai pochi giorni dopo il fenomeno i fari del Capo delle Mele e di Vado e interrogai in proposito i fanalisti che erano di guardia in quella mattina.

Il fanale del Capo delle Mele è una torre ottagona, alta m. 20,7 da terra (m. 93,8 sul livello del mare), fiancheggiata da piccola casa e fondata presso l'estremità del capo omonimo sopra calcare eocenico a fucoidi, in potenti assise ondulate cui si interpongono straterelli di scisti fissili neri. La mattina del 23 cominciava appena ad albeggiare e il cielo era chiaro e sereno, quando il fanalista di guardia udì rintronare un rombo, come un fragore di tuono lontano, poi sentì un lieve tremito del suolo, che si cangiò ben presto in oscillazioni e scosse violentissime. Sembrandogli che la torre fosse per schiantarsi, egli fuggì precipitosamente al pian terreno e quindi fuori dell'edifizio. Per la violenza del l'urto la lampada si spense, si spezzò il tubo di vetro che la difende e la lampada stessa, col meccanismo che determina l'ascensione dell'olio si spostò sulla sua base di circa 10 centimetri verso sud-est. Della lanterna che circonda la lampada si ruppero tre cristalli verso S.O e due verso N.E; ma tra questi uno solo andò in pezzi per cui dovette essere sostituito, gli altri si spaccarono diagonalmente e possono ancora servire. La torre presenta una fessura longitudinale che l'attraversa dall'alto al basso.

Prima della scossa e dopo, il fanalista non osservò lampo, nebbia od altro fenomeno insolito.

Il fanale di Vado è fondato sopra una roccia gneissiforme (apenninite) permiana, oltre ogni dire salda e compatta, a pochi metri d'altezza sul livello del mare ed è quasi addossato ad una alta collina formata dalla stessa roccia. Esso consiste in una torre cilindrica, alta m. 42, 50, alla quale si appoggia una casetta a due piani in cui alloggia il custode. La mattina del 23 febbraio, mentre cominciava a far giorno, il fanalista vide verso levante un bagliore, come un lampo e, dopo alcuni minuti udì il rombo, che cessò 3 o 4 secondi prima della scossa, la quale durò almeno mezzo minuto e fu fortissima. Le ondulazioni sembravano procedere da levante a ponente.

Non si verificarono danni nell'apparato illuminante e l'edifizio non

presentò dopo il terremoto che insignificanti screpolature. La scossa fece spalancare uno dei portelli di ferro della gabbia, verso E.NE.

Non mancai di interrogare in proposito anche il fanalista di guardia al faro di Genova la mattina del 23 febbraio. Questi non vide prima della scossa nè lampo, nè nebbia ed osservò anzi che il cielo era limpido e l'orizzonte chiaro; il rombo fu udito circa tre secondi prima che cominciasse la vibrazione, la quale fu assai prolungata e violentissima in certi momenti, ma non tale da indurre il fanalista ad abbandonare il suo posto. Non si produsse alcun danno e non fu sensibilmente spostato alcuna parte dell'apparecchio illuminante; ma, dopo la scossa, uno dei portelli di ferro della gabbia in cui è collocata la lampada non si potè chiudere perchè non quadrava più nel suo telaio.

Il faro di Genova risulta di due torri quadrangolari sovrapposte, alte complessivamente m. 69, 8 (la fiamma si trova a m. 114 sul livello marino); alla sua base è addossata una piccola casa. L'edifizio è collocato sopra una piccola eminenza costituita di strati di calcare marnoso eocenico (liguriano), diretti presso a poco da nord a sud, con pendenza di 70° a 80° verso ovest.

Fenomeni magnetici concomitanti.

Nella massima parte degli osservatori magnetici italiani si verificarono perturbazioni nell'ago del declinometro, non solo il giorno 23 dopo le scosse di terremoto, ma parecchi giorni prima e pertanto queste perturbazioni possono considerarsi, almeno in parte, e da taluni si considerano, come fenomeni precursori.

A Moncalieri e ad Alessandria si verificò un massimo di deviazione il 12 febbraio, un massimo consimile si ebbe a Genova il 13 e il 14. A Moncalieri, se ne produsse uno il 18 che non ebbe eco negli altri osservatori dell'Alta Italia e a Milano si verificò un minimo straordinario il 21, senza che in alcun modo fosse accusato altrove.

Questi fatti emergono dal quadro delle variazioni diurne della declinazione magnetica osservate a Milano, Moncalieri, Alessandria e Genova testè pubblicato dal padre Denza. Dallo stesso quadro risulta come la deviazione massima fu il 23 di 12'. 5" a Moncalieri e di 13'. 5" a Genova.

Quantunque gradissima, questa fu però superata il 4 marzo nella prima località (14'. 6") e ad Alessandria (15'. 0") e il 6 marzo a Genova (15'. 9").

Secondo le osservazioni del padre Denza, le perturbazioni dei magnetometri si manifestarono con vibrazioni speciali, nel senso verticale, che non alteravano la marcia diurna degli elementi magnetici e furono essenzialmente diverse da quelle provocate dalle tempeste magnetiche e dalle aurore boreali.

A Genova il 22 febbraio il declinometro dell'Osservatorio della regia Università presentò, secondo il prof. P. M. Garibaldi, una deviazione di 3′ ad O, alle 12 a. ed una di 8′, 1′ ad E alle 9 p. Il 23 si ebbero le indicazioni seguenti:

Ore 8.00 a — 0′ 0″
» 9.00 » — 4′ 5′ E.
» 12.30 p. — 5′ 1″ O.
» 2.00 » — 3′ 6″ E.
» 5.20 » — 9′ 9″ E.
» 8.30 » — 4′ 5″ O.

Gli strumenti magnetici accusarono una perturbazione dovuta al terremoto del 23 febbraio 1887 anche a Parigi. All' osservatorio del Parc Saint-Maur, in quella città, si produsse nella curva del magnetometro registratore una traccia assai netta, la quale, per la sua estensione, sembra dovuta ad una causa che sarebbe stata attiva per lo spazio di parecchi minuti. L'ampiezza massima di questa traccia, verificatasi al principio del fenomeno è di circa sette minuti. Analoga agitazione si osservò nel bifilare, nel declinometro e in altri strumenti magnetici.

Queste osservazioni riferite dal signor Th. Moureaux [1] concordano con quelle fatte dal dott. Fines all'osservatorio di Perpignan e dal signor André all'osservatorio di Lione. La causa immediata delle perturbazioni non fu probabilmente la vibrazione del suolo, ma una corrente tellurica provocata dalla scossa; e ciò si argomenta prima di tutto dalla durata del fenomeno quale apparisce nel tracciato grafico, poi da che il segno corrispondente al terremoto è analogo a quello prodotto nel tracciato stesso dalla inscrizione automatica dell'ora, mediante un circuito in cui passa per la durata di un secondo la corrente fornita da un elemento di Leclanché. Tuttavolta è da notarsi che in

---

[1] *Nature*, n. 718. Paris, 1887.

quest'ultimo caso il segno è terminato sotto e sopra da un angolo acuto, mentre nel primo la traccia è arrotondata.

Il sig. Fouqué riferisce che la mattina del 23 febbraio si verificarono perturbazioni negli apparati magnetici dell'osservatorio di Lisbona (alle ore 6. 32') e di Wilhelmshafen. Queste però incominciarono alle 6. 10', presentarono un massimo alle 6. 31' e durarono fino alle 6. 44' [1]. Gli stromenti magnetici si mostrarono pure agitati a Kew.

Risulta da informazioni private comunicate dal prof. Denza alla riuriunione di sismologi tenuta a Savona nello scorso settembre, che a Farigliano, stazione della linea ferroviaria fra Bra e Savona, l'ago della bussola nell'uffizio telegrafico fu trovato smagnetizzato dopo la scossa del 23. Lo stesso giorno nell' uffizio telegrafico di Milano il filo n°. 3 (che ha direzione costante S-N), incluso come intermedio l'uffizio di Milano, si mostrò percorso da una corrente continua di 5 gradi accusata dalla bussola di 1000 giri senza riduzione. Non si avvertì alcuna corrente nel filo n.° 133 normale al primo, sul quale fu ripetuta l'osservazione [2].

Il sig. Resal riferì all'Istituto di Francia [3] come la mattina del 23 febbraio il guardiano della batteria Müller, al forte *Tête-de-Chien* presso la Turbia, stava comunicando telegraficamente con un collega di altra batteria (alla *Dresse*), quando sopravvenne la terza scossa; egli osservò dapprima che il movimento d'orologeria funzionava irregolarmente scricchiolando; poi, mentre afferrava il manipolatore, sentì nel braccio destro una forte commozione elettrica, per la quale dovette astenersi dal lavoro per parecchie ore.

In conclusione, le notizie raccolte si prestano poco a dedurne regole generali e spargono scarsa luce sull'intricato problema dei rapporti che esistono tra i fenomeni sismici e gli elettromagnetici. La conseguenza più notevole che risulterebbe da quelle accuratamente vagliate e discusse per opera del sig. Offret, sarebbe che la velocità di trasmissione dell'impulso elettromagnetico cresce colla distanza dall'*epicentro* (ammesso il supposto di Offret che l'epicentro sussista e corrisponda a Mentone) [4].

---

[1] Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences; séance du 14 mars 1887.

[2] DENZA, memoria citata, p. 28.

[3] Comptes rendus, 1887, n°. 14.

[4] Comptes rendus, séance du 9 mai 1887.

In qualche caso gli apparati magnetici hanno funzionato evidentemente come sismometri, hanno subito cioè un agitazione meccanica; ma per altri casi, l'ora della perturbazione non si accorda con tale ipotesi. Per questi, come risulta dal quadro di Offret, non fu certamente una corrente unica d'indole generale che provocò le deviazioni; ma sembra che la comparsa loro, non comune a tutti i punti dell'area sismica, sia dovuta invece, a piccole correnti locali. Resta ora a vedersi se queste dipendono da una causa generale ignota e non piuttosto, come credo più probabile, dal reciproco attrito delle masse rocciose durante le scosse.

Influenza del terremoto sugli animali. — Anche in occasione del terremoto ligure si osservarono negli animali quei segni di inquietudine e d'angoscia che furono tante volte segnalati in casi consimili.

Mostrarono più viva agitazione, durante il fenomeno o all'approssimarsi di esso, i cavalli, i muli, gli asini, i buoi, i cani, le galline ed anche i piccoli passeracei tenuti in gabbia. A Ventimiglia un tordo in gabbia si poneva a starnazzare disordinatamente prima d'ogni scossa.

Il turbamento degli animali domestici si osservò non solo durante le più forti scosse, ma anche generalmente alcuni secondi e in qualche caso alcuni minuti prima che incominciasse una vibrazione sensibile. Si mostrarono inquieti certi animali anche nella notte che precedette il terremoto del 23 febbraio.

Reputo superfluo descrivere gli esempi di simile turbamento, avvertiti in Liguria, perciocchè non differiscono affatto da quelli osservati altrove e registrati in tutte le storie dei grandi terremoti.

Dalle notizie raccolte dopo le scosse del 1887, come pure da quanto ho potuto raccogliere su questo soggetto nelle memorie che trattano dei terremoti in genere, mi sono formato in proposito l'opinione che qui succintamente espongo:

1. I così detti fenomeni fisiologici presentati dagli animali durante i terremoti o poco prima sono soltanto manifestazioni di ansia e di terrore.

2. Quest'ansia e questo terrore dipendono da che le oscillazioni del suolo grandi e piccole producono in essi il senso d'una insolita instabilità, di un avvenimento anormale, di un ignoto pericolo.

3. I sensori degli animali, più fini di quelli dell'uomo, permettono loro di percepire le più lievi vibrazioni del suolo che noi non siamo in grado di avvertire.

4. L'agitazione subita dagli animali nella notte precedente il

terremoto del 23 febbraio fu indubbiamente prodotta da oscillazioni microsismiche.

L'agitazione manifestata pochi istanti prima delle forti scosse sta ad indicare che queste cominciarono con lieve tremore, il quale andò sempre crescendo.

5. I fenomeni provocati negli animali dai terremoti sono un argomento favorevole per ammettere la possibilità di presagire certe agitazioni sismiche.

De Rossi e Serpieri manifestano l'avviso che il presentimento del terremoto accusato dagli animali sia determinato da correnti elettromagnetiche precedenti le scosse, correnti non percepite dall'uomo. Tale è pure l'opinione del capitano Gatta. [1] Le poche osservazioni addotte a sussidio di questa ipotesi non porgono a parer mio che indizi e resta l'argomento negativo, ma pur meritevole di molta considerazione, che gli animali non si mostrano agitati per effetto di quei fenomeni, estranei alle commozioni sismiche, da cui ripetono maggior turbamento gli apparecchi magnetici.

Propagazione delle onde sismiche attraverso le acque del mare.

Scosse percepite in alto mare. — La mattina del 23 febbraio verso le 6.20′ la nave denominata *Caterina Pietra* veleggiava a circa 3 miglia al largo di Diano Marina, diretta per Genova, quando fu scossa due volte con tanta violenza che parve a bordo si schiantassero gli alberi. Altre scosse più lievi si sentirono di poi nella giornata.

Il piroscafo *Guadeloupe*, della Società francese transatlantica, si trovava nello stesso giorno e verso la medesima ora a 43°. 45′ lat. Nord e alla longitudine di 5°. 39′ Est da Parigi, in viaggio tra Genova e Marsiglia. A pochi minuti d'intervallo, riferisce il capitano, la nave fu scossa due volte in tutte le sue parti, come se avesse toccato il fondo. Dopo il primo movimento, scandagliate le stive, si vide che non si era prodotto alcun danno. Un'altra scossa più debole fu sentita verso le 8.

Il capitano Gaibisso, del brik-goletta *S. Anna*, riferisce che il 23 febbraio si trovava col suo legno nei paraggi di Ajaccio, in viaggio per Alassio, e nè egli nè il suo equipaggio avvertirono scuotimenti, ma osservarono che il mare si faceva mosso e calmo a brevi intervalli e

[1] Vedasi in proposito: *La sismologia e il magnetismo terrestre.* Roma 1875.

udirono come un frastuono di cannonate in lontananza. Il 23 febbraio, mentre il bastimento era giunto a 15 miglia a mezzogiorno del Capo delle Mele, i marinai furono meravigliati da certi movimenti che facevano traballare le botti in coperta e sentirono di nuovo rombi lontani. Soggiunge il capitano Gaibisso che l'atmosfera si mostrava, un pò sopra l'orizzonte, verso levante vivamente colorata di tinte vive e fugaci.

Queste notizie, già pubblicate dal padre Denza, sono estratte da una relazione inviata al medesimo da don L. Rocca direttore dell'Osservatorio di Alassio. Il padre Denza, aggiunge alle indicazioni già riferite sugli scuotimenti percepiti a bordo del piroscafo *Guadaloupe* e del veliero *S. Anna*, due comunicazioni concernenti straordinarie correnti osservate il 23 febbraio dai capitani dei piroscafi postali *Perseo* e *Birmania* che navigarono in quel giorno nel Mediterraneo.

Il primo scrive:

« Dal capo de Gata. Latit. 36°. 45′ nord e Longit. 4°. 34′ est Parigi. Deviazione di 6 a 7 gradi a sinistra in confronto ad altri viaggi, in cui fu tenuta la stessa rotta. »

Il secondo:

« Dal capo Tinosa. Latit. 37°. 31′. 30″ nord e Longit. 3°. 29′ est Parigi. Osservata forte corrente dal sud al nord di circa 3 miglia per la durata di quasi 2 ore dalle 6 alla 8 a. m.

A tali notizie si può aggiungere che secondo le relazioni pubblicate dai giornali, la mattina del 23 un piccolo veliero ancorato nel porto di S. Remo ruppe gli ormeggi.

Il prof. Giglioli annunziava nel *Nature* [1], sulla fede del dottor Bellotti, noto ittiologo, testimonio oculare, che molti pesci di alto fondo furono presi morti o semimorti lungo il lido di Nizza, dopo il terremoto del 23 febbraio. Fra questi pesci, Giglioli nota: *Alepocephalus rostratus* (numerosi individui morti e galleggianti), *Pomatomus telescopium*, *Tetragonurus Cuvieri*, *Dentex macrophthalmus*, *Scopelus elongatus*, *Scopelus Humboldti*, *Spinax niger*.

Questo fatto ha grande importanza, imperocchè attesta che la commozione tellurica si fece sentire nel fondo marino con straordinaria intensità, non solo laddove le acque sono basse, ma ancora e più ad una profondità che, secondo la stazione abituale delle specie enumerate, deve essere compresa fra 1000 e 2000 m. Lo sbalordimento e la morte

[1] Nature, n. 914, may 5, 1387.

di quei pesci non si può spiegare se non supponendo che le vibrazioni trasmesse all'acqua marina sieno state forti e subitanee al pari di quelle provocate dallo scoppio di una cartuccia di dinamite. È lecito argomentare che un tal movimento si producesse lungo un asse o a breve distanza da un asse sismico.

Diagramma del mareografo di Genova. — Alle 3 a. m. del 23 febbraio le acque marine erano assai basse, talchè la curva data dal mareografo del porto di Genova (vedi Tav. XIV) si trovava a 27 millimetri sopra la linea del livello medio, quantità, la quale, stante la scala della curva, deve essere moltiplicata per 10 per dare il livello vero del mare nel porto di Genova. Le ondulazioni erano leggerissime.

La prima scossa è indicata nella curva da un punto fortemente calcato che accenna ad una insolita pressione esercitata dallo stilo sulla carta in movimento [1] destinata a ricevere l'impronta. Poi la linea presenta, fra il detto punto e l'ordinata che corrisponde alle 7 a. m., tre denti, ossia l'immagine di tre ondulazioni complete, lievi le due prime, maggiore la terza. Quest'ultima ha un ampiezza di 12 millimetri e oltrepassa di poco il medio livello del mare; successivamente, la curva presenta, fra le ordinate delle 7 e delle 8, dentellature irregolari in numero di 8, tutte superiori al livello medio del mare; nella divisione seguente (tra le 9 e le 10) si osserva un dente elevato (più alto di tutti i precedenti) che è provocato probabilmente dalla scossa delle 8. 54' ed altri minori assai irregolari. Dopo l'ordinata delle 10 a. m., le piccole ondulazioni si ripetono in proporzioni sempre minori e con crescente irregolarità, mentre la curva continua nel suo generale andamento cioè nella salita raggiungendo il suo massimo livello di 27 $^1/_2$ millimetri sopra la linea media alle 3 p. m. Da quel punto la curva si abbassa un pò e grado grado acquista il suo andamento normale.

Oscillazioni del livello marino lungo le spiaggie. — Subito dopo la prima scossa il mare si ritirò per piccolo tratto, il quale si può stimare secondo i punti dai 10 ai 30 metri. Certo è che rimasero scoperti alcuni scogli abitualmente emersi.

Per quanto sia difficile di ottenere intorno a questo fenomeno apprezzamenti esatti, credo di non allontanarmi guari dal vero dicendo che l'abbassamento del livello marino fu a Porto Maurizio di poco più di

---

[1] L'orologio del mareografo è regolato secondo il tempo medio di Genova; il giorno del terremoto era di 5 minuti in avanzo.

un metro. Trascorsi pochi minuti, il mare risalì per brevissimo tempo a quasi un metro sopra il livello primitivo, invadendo un tratto di spiaggia sul quale erano depositate alcune botti vuote. Dopo altre oscillazioni sempre minori, si ripristinò il livello originario che era in quel giorno, come già dissi, straordinariamente basso.

A San Remo, si verificò del pari e presso a poco nella stessa misura il ritirarsi delle acque dalla riva e ritornarono dopo 5 minuti. Di più un bastimento ancorato in porto ruppe gli ormeggi e si videro rigettati sulla spiaggia pesci morti.

Anche ad Oneglia, ad Andora, ad Alassio e in molti altri punti del litorale si notò l'indietreggiare del mare e di poi il ritorno delle acque come a Porto Maurizio. Ad Antibo e a Cannes, che pur si trovano fuori dell'area principale sismica, il livello marino si abbassò di circa un metro; l'onda di ritorno si sarebbe poi sollevata di circa un metro sul livello primitivo.

Da alcuni giornali fu riferito che dopo le due prime scosse forti del 23, da persone che transitavano pel Capo Berta, si vide sollevarsi poco lunge, in mare, un getto d'acqua, il quale in breve scomparve. Non sono in grado di addurre alcuna testimonianza oculare in appoggio di questa notizia e reputo probabile che fu travisata o per lo meno esagerata.

Il 28 febbraio il mare si sarebbe ritirato di alcuni metri (di 4 a 7 secondo i punti) dalla spiaggia di Finalmarina e ciò per oltre 16 ore. Riferisco la notizia, come fu data dal *Bollettino meteorico*, avvertendo che in quel giorno e nel precedente non si verificarono che lievi trepidazioni nel suolo della Liguria.

Supposto sollevamento del litorale.

Acque basse. — Prima del terremoto, fin dalla metà di febbraio, il livello marino che era alto va gradatamente abbassandosi, fatto non raro lungo il nostro litorale e che si produce principalmente per effetto dei venti di terra e di un alta pressione atmosferica.

Le acque continuarono a mantenersi più o meno basse fino al 14 marzo, nel qual giorno salirono alquanto per effetto di abbassamento barometrico e di altri sconcerti atmosferici. Dopo qualche giorno, si ebbero di nuovo acque straordinariamente basse e così più volte nel corso dell'anno.

La persistenza delle acque basse lungo i lidi della Riviera occi-

dentale richiamò l'attenzione del pubblico e fece nascere in molti il sospetto che fosse conseguenza di un subitaneo sollevamento del fondo.

A Beaulieu e a Villafranca si osservò da varie persone, l'inverno scorso, che certe barche toccavano il fondo in piccoli seni nei quali, in passato, galleggiavano liberamente.

Durante le basse acque verificatesi più volte nella primavera e nell'estate del 1887, come pure nell'inverno e nella primavera del 1888, si videro emergere dai porti di Savona, di Porto Maurizio, dal lido di Ventimiglia e probabilmente da molti altri punti della costa, certe rupi che a memoria d'uomo erano sempre state sommerse.

La spiaggetta della grotta di Bergeggi sembra ora emersa in tempo di calma di un buon tratto più di quel che non fosse gli anni scorsi. [1]

Lungo tutto il litorale, si vede una zona di alghe verdi disseccate, la quale non è più sommersa che quando le acque sono eccessivamente alte od agitate, mentre corrispondeva in passato al livello medio.

Il 13 maggio di quest'anno (1888), alle 8 a.m., mentre mi trovavo in compagnia dei professori Penzig e Fano dell'università di Genova, vidi essa zona d'alghe verdi e secche sui massi della gettata (pennello) di Voltri, a 95 centimetri sul pelo dell'acqua, mentre a circa 50 centimetri sullo stesso livello giungeva il margine superiore di una zona d'alghe verdi ancora fresche, emerse cioè da pochi giorni.

Il 19 maggio dello stesso anno, alle 3. 30 pom. avendo a compagno il prof. P. M. Garibaldi dell'Università di Genova, osservai a Porto Maurizio di contro alla capitaneria del porto, l'anzidetta zona d'alghe secche a 40 centimetri sul livello dell'acqua; a soli 10 centimetri sopra il medesimo s'innalzava allora una striscia emersa d'alghe verdi fresche. Più tardi, in quel giorno ho ripetuto l'osservazione sulla gettata d'Alassio.

Il 6 maggio 1888, il dott. Squinabol misurava sulla gettata di Finalmarina, dall'alto al basso: 1° una zona di 45 a 50 centimetri d'altezza di alghe verdi, disseccate e morte; 2° una zona di 12 a 15 centimetri di alghe verdi, appassite; 3° una zona di 35 a 40 centimetri di alghe verdi fresche, il cui limite inferiore corrispondeva al pelo della marea bassa in acque magre.

---

[1] Feci questa osservazione il 17 settembre 1887 quantunque il mare fosse alquanto mosso.

L'osservazione più importante in proposito si è quella fatta dal prof. Pacini, nel mese di marzo del 1877, di una zona di piccoli mitili *(Mytilus minimus)* morti e disseccati lungo la costa rocciosa di Valloria, di contro alla villeggiatura dei missionari. Ricercata questa zona il 20 maggio p. p., in compagnia dello stesso prof. Pacini e di altre cortesi persone che vollero prestarmi l'aiuto della loro esperienza, non si potè rintracciare, perchè il mare burrascoso dell'inverno scorso l'aveva probabilmente distrutta; si videro tuttavolta le solite alghe verdi morte all'asciutto in vari punti.

Il solo mezzo di convertire in certezza il dubbio di un supposto sollevamento non poteva essere somministrato che dalle indicazioni dei mareografi, i quali, nella regione specialmente contemplata in queste pagine, sono soltanto due, uno a Nizza, cui accudisce un ingegnere di ponti e strade, l'altro a Genova custodito da un uffiziale dell'Uffizio idrografico della R. Marina. Fin quì non mi fu possibile di procurarmi notizie sicure intorno alle indicazioni del primo, tranne quelle contenute in una nota pubblicata dal signor Bouquet de la Grye, della quale riassumerò più innanzi il contenuto. [1] Vi ha poi un idrometro nel porto di Savona.

Rispetto al mareografo di Genova, il sig. capitano di corvetta Gaetano Cassanello, sotto direttore dell'Uffizio idrografico, mi fornì gentilmente, in seguito a mia richiesta, il compendio delle osservazioni di maggiore rilievo per l'indagine di cui si tratta, ma disgraziatamente sono insufficienti a rimuovere l'incertezza.

Dati del mareografo di Genova. — Sappiamo che il giorno 22 febbraio il mareografo di Genova segnava una media elevazione di m. 3,124 (essendo, come si vedrà, lo zero desunto da 3 anni di osservazioni a circa m. 3,003).

Nella notte dal 22 al 23 febbraio le acque vanno ribassando ancora fino alle 3, poi dopo un'ora di sosta assumono un movimento ascendente che dura fino alle 6.22, cioè fino al momento della prima scossa [2]; si arresta allora questo movimento e mentre si producono ondulazioni successive, ciascuna della durata di circa 10 minuti, ondulazioni già descritte nell'analisi del diagramma fornito dal mareografo di Genova,

---

[1] Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 25 juillet 1887.

[2] Il rialzarsi delle acque è dovuto più che altro, verosimilmente, al vento di N.E, succeduto alla calma della vigilia.

il livello marino oscilla per alcune ore, cioè fin verso le 10 a. m., intorno alla linea media; di poi nuovamente si abbassa (sempre perdurando, qnantunque decrescenti, le ondulazioni secondarie) fino alle 3 pom.; quindi risale anche per 3 ore, senza raggiungere la linea media ed ancora ridiscende. La media altitudine del mareografo del giorno 23 è m. 3, 170, quella del 24 ascende a m. 3, 196.

Ma ciò che più importa, dal punto di vista delle nostre investigazioni, si è il confronto delle medie annuali.

L'altezza dello zero dello stromento risultò nel 1884 di m. 3,013, nel 1885 di m. 3, 000, nel 1886 di m. 2, 988, nel 1887 di m. 3, 002. Tenendo conto soltanto dei primi tre anni, l'altezza media dello zero sarebbe adunque di m. 3, 0033, cifra che differisce appena da quella del 1887.

Per intavolare più efficacemente il confronto fra i dati somministrati dal mareografo prima e dopo il 23 febbraio 1887, si sono dedotte le medie altezze mareografiche nei seguenti periodi:

Dal 1° marzo 1884, all'ultimo febbraio 1885, media m. 3, 008
Dal 1° marzo 1885, all'ultimo febbraio 1886, media m. 2, 989
Dal 1° marzo 1886, all'ultimo febbraio 1887, media m. 3, 001
Dal 1° marzo 1887, all'ultimo febbraio 1888, media m. 2, 989.

Dal confronto di queste quattro cifre risulta che nel periodo posteriore al terremoto il livello marino è stato in media un poco più alto che non nell'antecedente, più alto inoltre di circa 10 centimetri che non complessivamente in tutta la serie delle osservazioni che precedono.

Se si dovesse trarre da ciò una congettura, bisognerebbe inferirne che dopo il 23 febbraio non avvenne sollevamento, ma piuttosto depressione del lido, oppure che ad un innalzamento del suolo, avvenuto poco prima della scossa principale, tenne dietro un movimento lento in senso inverso [1]; ma la verità si è che in tre soli anni di osservazioni non è ancora possibile di determinare il livello medio del mare, e che quindi non siamo in grado di accertare uno spostamento dello zero mareografico; manca perciò il termine di confronto che sarebbe necessario per verificare il fenomeno.

---

[1] Certo è che il diagramma del mareografo di Genova non offre alcuna traccia corrispondente ad un movimento istantaneo e permanente del litorale sia dal basso all'alto, sia dall'alto al basso.

Dati del mareografo di Nizza. — Secondo la precitata comunicazione del signor Bouquet de la Grye, nella quale si porgono ragguagli particolareggiati sulla curva data dal mareografo di Nizza nelle prime ore del 23 febbraio 1887, apparisce da questa curva (riprodotta nella mia Tav. XII., fig. 7) che subito dopo la prima scossa avvenne un sollevamento rapido del suolo, cui succedette un abbassamento lento. Dopo due ore, soggiunge l'autore, il livello del mare *sembra* essere tornato al punto di partenza.

Il signor Bérard, ingegnere di ponti e strade che sopraintende al mareografo, assicura che il pendolo dello stromento era regolato col tempo medio di Nizza.

Le diverse fasi del fenomeno si sarebbero prodotte nei momenti qui appresso registrati, momenti riferiti al tempo medio di Parigi e a quello di Roma.

	Ore di Parigi	Ore di Roma
Primo arresto della curva	5. 50	6. 30
Principio del sollevamento del suolo.	5. 55	6. 35
Primo massimo	6 —	6 40
Secondo massimo	6. 08	6. 48
Ritorno allo stato anteriore	7. 10	7. 50

Il sollevamento del suolo raggiunse, a norma della curva, un massimo di 55 millimetri.

È da notarsi, rispetto alle osservazioni surriferite, la circostanza che l'ora corrispondente al primo arresto della curva non coincide con quella della prima scossa verificata presso l'Osservatorio di Nizza.

Pertanto, o il sollevamento incominciò alcuni minuti dopo la scossa o pure l'orologio del mareografo non era ben regolato.

A differenza del diagramma somministrato dal mareografo di Genova, quello di cui ora tengo discorso manifesta poco o punto le piccole ondulazioni del livello marino provocate dal terremoto, ma accusa incontestabilmente una oscillazione temporaria del suolo che avrebbe avuto la durata di poco più di un ora. Non è egli possibile e probabile che siffatta oscillazione fosse come un episodio di altro movimento più esteso e più lento?

È a desiderarsi che, onde chiarire ogni dubbio in proposito, il signor Bouquet de la Grye voglia darci una analisi dei tracciati forniti dal mareografo di Nizza prima del 23 febbraio 1887 e dopo.

Dati dell' idrometro di Savona. — Ho lasciato in ultimo la disa-

mina delle indicazioni somministrate dall'idrometro di Savona (situato presso la Capitaneria del Porto), perchè le reputo più importanti, rispetto all'ardua ricerca, come quelle che manifestano le variazioni relative del livello marino in un punto dell'area mesosismica.

Le osservazioni idrometriche hanno luogo a Savona tre volte al giorno. Fino al dicembre 1885 erano eseguite per cura del prof. Roberto; da allora in poi vi attende il prof. Pittaluga. Questi si è compiaciuto di stendere per me uno specchio riassuntivo di tali osservazioni che abbraccia il periodo compreso fra il gennaio 1882 e il maggio 1888, e reca: 1° le medie di ciascuna decade per le osservazioni della mattina, del mezzogiorno e del pomeriggio; 2° le medie complessive decadiche delle tre osservazioni giornaliere; 3° le medie mensili sempre delle tre osservazioni giornaliere.

Da tale documento che, col consenso dell'autore, trascrivo più innanzi tra gli allegati, emergono i fatti seguenti:

La media decadica più elevata è quella della seconda decade di settembre 1882, rappresentata dalla cifra 67, 3; la meno alta è data dalla terza decade di febbraio 1883 colla cifra 15, 9 e subito dopo dalla prima decade di febbraio 1887 colla cifra 21, 5.

È bassissima anche la cifra (18, 0) che esprime la media delle osservazioni pomeridiane nella terza decade di gennaio del 1887.

La media mensile più elevata si trova nel novembre 1882 (60, 8), la più bassa nel febbraio 1887 (28, 6) e subito dopo nel febbraio 1883 (30, 7).

Comparando con attenzione le cifre concernenti le ultime decadi del 1886 e le prime del 1887, vediamo che al principio di quest'anno (cioè durante le due prime decadi di gennaio) e alla fine del precedente (cioè per tutta la durata di dicembre) le acque erano assai alte, mentre erano bassissime in tutto il mese di febbraio e nella prima decade di marzo 1887.

L'abbassamento delle acque sembra iniziarsi nella terza decade di gennaio e raggiungere il massimo nella prima di febbraio, per poi mantenersi nella prima decade di marzo e mancare alla successiva.

Se si tirano le somme delle sei medie mensili di ciascun semestre considerato nello specchio di cui sopra, si osserva in prima che le somme delle medie relative al secondo semestre di un anno qualsiasi sono sempre superiori a quelle delle medie riferibili al primo semestre dello stesso anno.

La cifra minore in tutto il periodo contemplato (222, 6) è data dal

primo semestre 1887, la maggiore (328, 8) è fornita dal secondo semestre del 1882.

Ciò significa che la media semestrale del primo semestre del 1887 è notevolmente più bassa di ogni altra media semestrale.

Se le somme semestrali si componessero comprendendo in un gruppo i mesi di febbraio, marzo, aprile, maggio, giugno e luglio, e nell'altro quelli di agosto, settembre, ottobre, novembre, dicembre e gennaio (questo dell'anno successivo), la differenza in ordine al primo semestre del 1887 così costituito sarebbe assai maggiore.

Dal complesso dei rapporti e delle considerazioni suesposti, risulta ben probabile un sollevamento temporario non lentissimo di alcuni centimetri, subito dalle coste della Liguria occidentale, sollevamento iniziato alla fine di gennaio del 1887, continuatosi nel mese successivo e poscia cessato dopo il terremoto, per dar luogo ad altro movimento in senso inverso che avrebbe ricondotto poco a poco le cose alla pristina condizione. Questo ritorno al livello primitivo si sarebbe compiuto entro il primo semestre del 1887, perciocchè le medie del secondo semestre di quest'anno e del primo del successivo nulla presentano di anormale.

Le oscillazioni (non istantanee e nemmeno lente, giusta il significato attribuito comunemente a questo vocabolo) verificatesi tra le 5. 50 e le 7. 10 a. m. (tempo medio di Parigi) nel suolo di Nizza, secondo il signor Bouquet de la Grye, oscillazioni manifestate da quel mareografo, costituirebbero, se fosse giusta la mia ipotesi, un episodio nei movimenti più lenti e più estesi subìti dal litorale della Liguria nei primi mesi del 1887.

Ad avvalorare la congettura alla quale sono pervenuto gioverebbe uno studio diligente e minuzioso per ricercare se l'anomalia verificatasi al principio del 1887 nei dati idrometrici del porto di Savona non dipende da insolite contingenze meteorologiche piuttostochè da una oscillazione del suolo. Non mi sento però la lena di accingermi a simile indagine che reputo assai difficile e complicata e per la quale mancano taluni elementi.

Sono costretto a terminare questo capitolo coll'enunciato di una congettura, di una ipotesi; ma se è vivo il rammarico che provo nel riconoscermi impotente a risolvere il problema, mi conforta il pensiero che i miei stessi dubbi dimostrano la convenienza di istituire osservazioni sistematiche e precise lungo le coste allo scopo di accertare le oscillazioni lente cui sono soggette, oscillazioni forse più intimamente collegate di quanto si creda ai fenomeni sismici.

Il terremoto nelle gallerie.

La nuova galleria dei Giovi. — La galleria aperta attraverso i Giovi, fra Pontedecimo e Busalla, in servizio della ferrovia che mette Genova in comunicazione col Piemonte, per la sua forte pendenza, che raggiunge in alcuni tratti il 27 per 1000, rende lento e dispendioso il traffico in quella linea ferroviaria. Inoltre, per la natura franosa del terreno, è a temersi che la circolazione abbia a subire in galleria lunghe interruzioni, cagionate da scoscendimenti come già avvenne nel 1873.

Per queste considerazioni, il Governo Italiano deliberò di far eseguire una linea ferroviaria succursale a quella dei Giovi, la quale non avesse a superare pendenze maggiori del 12 per 1000. Fu adottato all'uopo un tracciato che attraversa la stessa montagna a poche centinaia di metri dal primo, mediante una galleria di m. 8297, 55 di sviluppo.

La nuova galleria incomincia a Ponterosso a m. 227, 47 sul livello del mare e finisce a Ronco a m. 324, 14. Dalla sua estremità meridionale fino al pozzo n°. 7, sopra una lunghezza di 5700 m. circa, la sua direzione è sud-nord. Da questo punto fino all'imbocco settentrionale, è diretta da sud-ovest a nord-est. Si è in questo primo tratto che valica la parte più alta della giogaia, la quale, a circa, 2200 m. dalla estremità meridionale, supera appena di 300 m., col suo crinale, l'estradosso della galleria.

Da questo punto fino a Ronco, la catena raggiunge un livello meno elevato e scende poi verso i pozzi n°. 7 e n° 8 come pure alla finestra di Pieve a qualche diecina di metri dal suolo della galleria. La roccia traversata dal traforo è tutta compresa nel piano superiore dell'eocene (liguriano) e risulta prevalentemente al nord, di calcari a grossi strati ben distinti con frequenti vene spatiche e di calcari marnosi e scistosi a strati più o meno sottili, al sud, di calcescisti e scisti argillosi a straterelli sottili. L'età della formazione è attestata dall'*Helminthoida labyrinthica* e da poche altre fucoidi che vi si trovano nel calcare.

Dall'imbocco settentrionale fino al pozzo n° 3, gli strati, leggermente ondulati, sono diretti dal nord al sud e quasi verticali (vi si riscontra generalmente una inclinazione di pochi gradi verso est).

Da questo punto fino verso l'imbocco sud, la direzione degli strati si fa gradatamente da nord-nord-ovest a sud-sud-est, poi nord-ovest—sud-est, con decisa immersione prima verso ovest-sud-ovest, poi verso sud-ovest e inclinazione variabile. In tale condizione, si vedono distintamente gli

strati all'imbocco di Ronco e nei burroni che solcano il monte alle spalle di questo paese (Tav. XV).

Il 23 febbraio 1887, la galleria era completamente forata, ma fra l'imbocco meridionale e il pozzo n° 2, come pure fra i pozzi n° 2 e n° 3, erano rimasti due tratti di parecchie centinaia di metri aperti solo a piccola sezione e non rivestiti; il rivestimento mancava del pari in alcuni anelli che avevano raggiunte le dimensioni normali. In varii tratti si erano manifestati cedimenti nella roccia con deformazione di rivestimenti e di armature.

Dopo il terremoto del 23 febbraio, il quale, come è ben noto, fu sentito con violenza non solo nella Liguria marittima e nella pianura piemontese, ma anche nelle catene montuose alpina ed apennina che intercedono fra le due regioni, ho assunto informazioni per sapere se il fenomeno fosse stato avvertito nella galleria. Debbo principalmente al cortese aiuto dell'ingegnere Lucio Mazzuoli di aver ottenuto particolareggiate notizie in proposito.

Tutte le persone all'uopo interrogate dall'ingegnere Mazzuoli o da me, impresari, capimastri, operai, sono unanimi nell'affermare che le scosse o furono sentite assai leggermente in galleria o non furono avvertite affatto. Parecchie di queste persone si trovarono in galleria alle ore 6. 22′ (tempo medio di Roma), cioè nel momento in cui a Genova e nella Riviera occidentale l'oscillazione era più violenta.

Il sig. Santinella (ingegnere capo-sezione della impresa costruttrice) riferì all'ing. Mazzuoli le indicazioni seguenti: L'assistente Rosa, il quale si trovava, all'ora del terremoto, a m. 1485 dall'imbocco sud della galleria di direzione e dava ordini ai muratori di rinforzare un'armatura, vide cadere qualche mattone dalla callotta, ma non si accorse di alcun movimento del suolo. Il capo muratore Musso, il quale si trovava nell'ora stessa a circa 1500 m. dal detto imbocco, occupato a dirigere la muratura di un arco rovescio, non avvertì nulla d'insolito e così accadde di tutti gli operai che lavoravano sotto i suoi ordini. Gli assistenti Pevere e Camerlo, i quali si trovavano in quel momento a m. 1235 dallo stesso imbocco, videro cadere pezzi di mattone da un anello antecedentemente infranto per pressioni subìte, ma seppero solo più tardi del terremoto avvenuto.

Il minatore Saivetti, che era di guardia al termine della galleria di direzione a 175 m. dall'imbocco sud, dice di aver sentito verso le 6 e mezzo una lieve scossa. Analoghe informazioni mi furono trasmesse, per mezzo del prof. Agostino Perroni, dall'ing. Giuseppe Guani.

Altre gallerie. — Il terremoto fu sentito, ma assai leggermente,

dagli operai che lavoravano il 23 febbraio alla galleria in costruzione, detta di S. Tommaso, la quale riunisce la stazione orientale di Genova al porto, talchè nessuno di loro abbandonò il proprio posto. Questa galleria misura 1176 m. di lunghezza ed attraversa calcari a fucoidi, in strati generalmente ripiegati e contorti ad un livello di poche diecine di metri sotto il suolo della città.

Non fu avvertito il fenomeno, all'incontro, nella breve galleria di metri 387, denominata di Struppa, che si stava praticando nel comune omonimo in val di Bisagno, per collocarvi poi un tratto dell'acquedotto civico. L'assistente Serini, che stava eseguendo una livellazione, ed alcuni muratori che lavoravano nella galleria all'ora stessa del terremoto non ebbero ad accorgersi di alcuna agitazione del suolo. Anche questa galleria è tutta forata nella formazione eocenica, specialmente nei calcescisti.

Dirò pochissimo delle osservazioni fatte nelle gallerie della ferrovia litoranea, osservazioni intorno alle quali d'altronde non possiedo che notizie incomplete. I rapporti che ho potuto raccogliere in proposito concordano tutti nel dichiarare che il fenomeno si manifestò assai più leggermente che alla superficie o non si fece sentire affatto.

È da notarsi il fatto che non una delle molte gallerie attraversate dalla strada ferrata fra Genova e Nizza, quali aperte nei gneiss permiani, quali negli scisti e nelle quarziti del trias inferiore, quali nella formazione serpentinosa triassica, quali nei calcari dolomitici del trias medio, quali nei calcari giurassici, cretacei ed eocenici, quali finalmente nei conglomerati del tongriano e dell'astiano, fu menomamente danneggiata dal terremoto del 23 febbraio. Non cadde un mattone, non cadde una pietra del rivestimento, non si formarono crepacci nelle pareti o nelle volte; pure alcune di tali gallerie, come quelle del Lastroni e di Crevari, sono aperte in terreni soggetti agli scoscendimenti, e così durante come dopo la costruzione loro subirono guasti che resero necessari reiterati e dispendiosissimi risarcimenti.

Questo fatto si verificò del pari fra le stazioni di Alassio e Diano Marino, mentre lungo la linea soffrirono assai le case cantoniere. L'unica traccia del fenomeno da me veduta in una galleria mi fu indicata da un cantoniere tra Cervo e Andora in quella detta di Capo Torre e consiste in ciò che, presso i due imbocchi, alcune pietre del rivestimento appariscono un pò scostate con caduta di cemento dagli interstizi.

In breve, se la circolazione fu interrotta per qualche ora lungo la

ferrovia della Riviera occidentale dopo il terremoto del 23, ciò avvenne non per effetto di guasti verificatisi nelle gallerie, ma a causa di una piccola frana che si produsse fra Noli e Finalmarina.

La spiegazione più naturale e legittima dei fatti suesposti mi sembra questa: che nell'interno delle gallerie il terremoto é meno sensibile che alla superficie del suolo perchè si propaga generalmente attraverso masse rocciose più salde, più compatte ed omogenee, laonde le oscillazioni risultano più regolari, meno brusche e manca la causa di certe interferenze rovinose che si producono alla superficie. Inoltre, fa d'uopo notare che nelle gallerie è assai più difficile all'uomo di avvertire scosse e di apprezzarne adeguatamente l'intensità, perchè ivi mancano i termini di confronto per misurare l'ampiezza delle oscillazioni e per le tenebre che vi regnano, o per la scarsa luce (quando la galleria è illuminata), il movimento del suolo vien poco o punto percepito dagli occhi.

Spostamenti e proiezioni cagionati dal terremoto. [1]

Spostamenti orizzontali. — Gli spostamenti provocati dalle scosse del 23 negli oggetti mobili collocati nell'area sismica, ci forniranno eziandio argomenti di molto valore per conoscere come fossero dirette le vibrazioni sismiche.

Nel gabinetto di geologia e mineralogia in Genova una bilancia di precisione di Lenoir, collocata entro la sua custodia di vetro in direzione N.O—S.E, si trovò col giogo spostato a S.E del coltello e coll'uncino che sorregge il piattello dal lato S.E parimente rimosso verso lo stesso punto; il che non può spiegarsi se non ammettendo che lo stromento abbia subito una viva impulsione da S.E a N.O.

Una delle croci collocate sulla cappella di S. Benedetto ad Albissola, lungo quel tratto della via nazionale che mette a Savona, è visibilmente piegata verso ponente. Di contro alla cappella, si trova sulla stessa via l'ingresso della villa Ponzone che offre un esempio istruttivo di spostamento: due vasi marmorei, collocati sui due pilastri quadrangolari che sostengono il cancello, hanno subito una rotazione di circa un quarto di circolo, talchè le basi loro quadrate offrono gli angoli collocati verso i punti medi dei lati dei pilastri.

---

[1] Le orientazioni date in questo paragrafo sono tutte magnetiche.

Nella villa Faraggiana caddero vasi collocati sopra pilastri e rimasero piegati i perni di ferro coi quali erano assicurati.

La torre di Leon Pancaldo, a Savona, è fessa e le labbra della fessura accusano un leggiero spostamento.

La croce in ferro della cattedrale, croce che pesa circa mezza tonnellata, era disposta prima del terremoto nella direzione nord-nord-ovest—sud-sud-est; ora si è accostata alla direzione ovest-est, avendo girato di circa 23° da nord a sud passando per est. Nel museo del collegio della Missione furono scompigliate le raccolte contenute negli scaffali a muro diretti da nord a sud; mentre rimasero a loro posto o furono appena smossi gli oggetti disposti negli scaffali in direzione E-O. Parecchi esemplari, fra i quali una grossa stalattite collocata verticalmente sopra una base di legno e un uccello imbalsamato, girarono sul loro asse di 30° a 40°.

I camini della officina Tardy e Benech sono tutti rotti traversalmente da 5 a 6 metri sotto la cima; e la parte superiore ha subìto in ogni caso un piccolo movimento di rotazione nello stesso senso dell'arco descritto dalla croce della cattedrale.

Lungo un muro della chiesa dei frati carmelitani in Loano, muro la cui direzione è E.NE—O.NO, una statua marmorea della Madonna, collocata nella sua nicchia subì un movimento rotatorio nel senso N-S passando per est, di circa 45° e intanto si discostò di 3 centimetri dal perimetro della sua base. Nell'alto della stessa chiesa, due obelischi situati sopra gli archi eretti a sostegno delle campane, i quali archi sono disposti lungo un piano perpendicolare a quello del muro sopra indicato girarono di circa 90°, essi pure nel senso N-S per est. Queste indicazioni furono raccolte per me, insieme a molte altre, dai dottori N. Morelli e S. Squinabol.

È interessante l'esempio di spostamento con rotazione presentato dalle cimase di due pilastri all'ingresso della villa Morteo in Alassio (Tav. XII, fig. 8).

Ho già detto che la lanterna dell'apparato illuminato del faro che sorge al Capo delle Mele, quantunque assicurata ad una armatura di ferro, si spostò di circa 10 centimetri verso S.E.

Presso San Remo, il cupolino del tempio denominato Madonna della Costa, il quale riposa sopra una cupola assai maggiore, si ruppe per metà, secondo un piano orizzontale, e la parte superiore si spostò alquanto sulla inferiore verso est. Nella parte bassa della città di San Remo molte bottiglie che erano disposte lungo un muro diretto da N.E a S.O si trovarono girate più o meno.

Nella *villa Hanbury* (palazzo Orengo), alla Mortola, i balaustri in marmo di una galleria, la cui orientazione è N.O—S.E hanno descritto tutti un arco di circolo girando da sud a nord per est. A Mentone osservai altri fatti consimili.

La *villa Emeri*, nella via Partouneaux, presenta la cimasa di una delle colonne che sostiene il cancello spostata senza rotazione verso S.O; il coronamento di un'altra colonna lascia veder traccie di un movimento in senso inverso, dovuto io credo ad una specie di rimbalzo o meglio di reazione provocata dalla elasticità della cancellata.

Anche nella *Promenade du Midi*, d'innanzi alla villa *Sans-Souci*, ho veduto la cimasa di un pilastro, che sorregge una cancellata, spostata verso S-O; qui lo spostamento è stato di 8 centimetri.

Il cancello dell'*Hôtel Victoria*, orientato da N.E a S.O, è sostenuto da pilastri, nei quali la pietra del coronamento ha subìto una rotazione portandosi due lati paralleli di essa dalla direzione anzidetta, alla direzione E-O, con movimento rotatorio da nord a sud per est.

Parecchi esempi di analoghi movimenti di rotazione si vedono pure nelle lapidi e nei monumenti del camposanto di Mentone. Colà furono abbattuti verso ponente vari cippi e colonnette, precipitò verso lo stesso punto, ma con lieve deviazione a sud-ovest, un piccolo monumento; una croce marmorea cadde in direzione sud-ovest; nel monumento del defunto Dobiecki la parte superiore, formata da un dado di marmo che sostiene un'urna, subì una rotazione da nord a ovest. [1] In vari punti della città osservai croci, ventole, comignoli voltati, ma non potei determinare il senso della rotazione.

Il padre Bertelli spiega i fenomeni di rotazione summentovati ammettendo che la mattina del 23 febbraio (alle ore 6. 22') si sieno prodotte quasi simultaneamente due scosse, una delle quali diretta presso a poco da ovest a est e l'altra dal mare verso terra o circa da sud a nord. Mentre i corpi situati in alto e suscettibili di oscillare, come croci, parafulmini, camini, ecc., già vibravano sotto l'azione della prima scossa, sopravvenne la seconda, e il movimento rettilineo si convertì in circolare o vorticoso, facendo subire a taluno di quei corpi, mobile e del tutto o male assicurato, una rotazione da est a ovest per sud. [2]

---

[1] H. TRAUTSCHOLD, *Einige Beobachtungen über die Folgen des Erdbebens vom* 23 *Februar* 1887, etc. (Bull. de la Societé imp. des Natur. de Moscou, 1888, n. 1).

[2] *Osservazioni fatte in occasione di una escursione sulla Riviera Ligure di Ponente dopo i terremoti ivi seguiti in quest'anno* (Memorie della Pontificia Accademia dei Nuovi Lincei, vol. III, Roma, 1888).

Siffatta interpretazione è confermata nella sua generalità dal complesso dei documenti raccolti in queste pagine.

Proiezioni. — A Oneglia il prof. Vassallo mi fece osservare un grosso pezzo di parapetto sbalzato dal tetto di una casa ad un'altro tetto, attraverso la via Des Geneys, via larga m. 5, 50. Il salto si produsse obliquamente, cioè dal S.E a N.O e per un tratto di m. 7. È questo uno dei casi di proiezione più notevoli; ma non conviene attribuirlo unicamente alla potenza dell'urto sismico, perciocchè è probabile, se non certo, che sia dovuto in parte all'impulsione acquistata dal masso rotolando per un certo tratto sul piovente del tetto.

Nell'orto dei missionari francesi, a Diano Marina, scrive l'illustre padre Bertelli, la parte superiore di un arco destinato a sostegno di un pergolato, fu proiettata verso S.E a 5 metri di distanza.

Don Morelli mi riferì che a Loano un doppio uncino da macellaio, il quale era appeso ad una sbarra di ferro orizzontale, ne fu sbalzato, facendo un salto verticale non minore di 3 centimetri e mezzo, chè questa è appunto la lunghezza della piega superiore dell'uncino.

A Noli alcuni vasi di fiori collocati sopra piccoli pilastri, in un giardino, furono balzati a terra dal terremoto, quantunque ciascuno di essi fosse assicurato da un'asta di ferro, di circa 6 centimetri di lunghezza, a guisa di perno, fissa al pilastrino rispettivo. Questa osservazione, fatta dal capitano Giuseppe Terrazzani, mi fu riferita per cortesia dal prof. Pacini.

Certi gigli di terra cotta che adornavano le guglie della chiesa di Zinola, quantunque conficcati in un' asta di ferro, lunga da 6 a 10 centimetri, furono del pari proiettati ad una certa distanza, saltando fuori del perno. Anche su questo fatto, che potei verificare di persona, chiamò la attenzione il prof. Pacini.

Mentre dimostrano che il movimento sussultorio si manifestò in vari punti dell'area principale sismica, nel terremoto dell'anno 1887, siffatti esempi accennano, tuttavolta, a scosse verticali di ampiezza ed intensità non straordinarie.

Frane, crepacci e fenomeni idrotermali.

Frane. — È noto che lo scuotimento propagatosi con tanta violenza per tutta la Liguria la mattina del 23 febbraio determinò la caduta di massi e di piccole frane e diede luogo al formarsi di crepacci nel terreno, tutti però, a mia cognizione, entro sedimenti di età poco remota e di lieve consistenza.

Fra Noli e Finalpia, cadde una piccola frana, la quale per poche ore intercettò la ferrovia del litorale.

A Giustenice, sotto il castello dei Del Carretto e in altri punti vicini precipitarono da una ripida altura, a causa del terremoto, alcuni massi di quarzite triassica, che strapiombavano. Il volume loro è stimato in complesso, dal dott. S. Squinabol, che mi ha somministrato la relativa indicazione, di circa 150 metri cubi.

Al Capo delle Mele il tremito del suolo fece ruinare dall'alto del promontorio parecchi massi di arènaria postpliocenica poco salda, i quali ingombrarono la via maestra coi loro detriti.

Glori, frazione di Triora, fu gravemente colpita da una frana staccatasi presso la vetta del monte, sul fianco del quale è situato il paese. Presso San Giacomo di Corte, altra frazione di Triora si produsse qualche guasto per un fenomeno analogo.

Anche al di fuori dell'area principale sismica, il terremoto ebbe per effetto di determinare la caduta di massi ed anche piccole frane.

La mattina del 23 precipitò nel lago del Moncenisio un grosso sasso.

Dal Soratte si staccarono parecchi macigni e caddero nel piano verso le 3 pomeridiane dello stesso giorno.

Crepacci ed emissioni acquee. — La prima forte scossa di terremoto determinò la formazione di lunghe spaccature a Vado, in una pianura d'alluvione alta circa 3 metri sul livello del mare e situata a circa 300 metri dal battente del mare a ponente dal paese.

Fra queste spaccature, alcune, in numero di quattro, a breve distanza l'una dall'altra e parallele, erano dirette da N.O a S.E, con una lunghezza massima di un centinaio di metri; un'altra, di lunghezza doppia, era perpendicolare alle prime.

La più ampia era tale da potervi introdurre un braccio; ma a poco per volta andò restringendosi, in modo da scomparire quasi del tutto. In alcuni punti, si notava da principio un dislivello di parecchi centimetri

(fino di 25) tra le due labbra di essa. Appena aperte, le spaccature, emisero acqua (che emanava odore solfureo), melma e sabbia. Questi particolari furono osservati in prima dal prof. Pittaluga che ne diede conto nei giornali, poi dall'ing. E. Del Moro e dal prof. M. Pacini, che si compiacquero d'informarmi per iscritto dei particolari del fenomeno qui succintamente riferito.

La fenditura principale diretta da N.E a S.O era distante da 35 a 40 metri dalla ferrovia; quando i signori Del Moro e Pacini la visitarono, raccolsero accanto ad essa le sabbie e melme che ne erano uscite il primo giorno dopo la scossa. In vari punti del suolo, principalmente a S.E della fessura, essi osservarono dei piccoli rilievi attraversati da fori, a guisa di formicai, formati da materia melmosa uscita dagli stessi fori. Tra questi, uno di forma triangolare, misurava 35 millimetri di lato, un altro, circolare, aveva un diametro di 25 millimetri, un terzo, elittico, misurava 30 millimetri nella maggior larghezza. Poco dopo il terremoto, mentre la spaccatura principale si andava socchiudendo, le altre quattro si allargavano. Allorchè io visitai la località, il 5 aprile, trovai che erano ancora visibili per circa 60 passi le traccie di una delle fessure secondarie, la quale per un piccolo tratto, misurava 4 a 5 centimetri di larghezza e quelle eziandio della spaccatura principale, che però era più stretta e in parte rimaneva occultata dalla terra ond'era stata coperta in seguito alle pioggie recenti.

Il cav. G. Foldi, professore di chimica nella Scuola d'Arti e Mestieri di Savona, mi disse d'aver riscontrato traccie di zolfo nel fango uscito dalle spaccature e dai fori ora descritti; il prof. Pacini ed altri mi assicurarono che la melma emetteva da principio distinto odore d'idrogeno solforato.

La rena emessa da piccoli orifizi crateriformi di Vado, rena di cui possiedo campioni raccolti dall'ing. Del Moro e da me stesso, è di color bruno giallastro. Essa risulta di frammenti, che misurano in media circa mezzo millimetro di diametro e raggiungono per eccezione 2 a 3 millimetri di lunghezza. Questi granellini consistono per la massima parte di quarzo translucido o torbido, quale incoloro, quale giallastro, verdastro o azzurrognolo, cui si associano numerosi frammenti di talco argentino o verdastro (alcuni di questi aderenti ai granuli quarzosi), pezzetti di feldispato bianco, lamelloso, a strie ben risentite (prevalentemente plagioclasio), granellini opachi, neri o traenti al bruno, attirabili dalla calamita, probabilmente magnetite, e particelle brune o giallastre, opache, fragili che mi sembrano di limonite.

I frammenti si mostrano al microscopio di forma irregolare ed appena smussati od arrotondati sugli spigoli e gli angoli.

La melma è fina e di color grigio. Osservata al microscopio, si risolve in sabbia, nella quale si ritrovano gli stessi elementi dell'arena già descritta con manifesta prevalenza del quarzo. Tanto la melma quanto la rena, non si sciolgono che in piccola parte nell'acido cloridico e senza produrre effervescenza. La soluzione fornisce poi le reazioni del ferro.

A Pietra Ligure si osservarono spaccature in un suolo formato di argilla pliocenica rimaneggiata presso una fornace da mattoni lungo la ferrovia. Si accerta che al momento della prima scossa uscì dalle fenditure acqua che emanava odore d'acido solfidrico. Morelli, il quale le vide l'indomani, non trovò più l'acqua e non sentì odore di sorta.

Dopo il terremoto, correva voce di spaccature formatesi anche a Giustenice, ove si trovano allo scoperto roccie antiche (secondarie), ma non potei procurarmi notizie sicure in proposito.

Un grosso crepaccio si produsse nella formazione miocenica inferiore, tra Altare e Carcare presso il gruppo di case denominato Carpaneto, ed attraversava la strada provinciale ; secondo una circostanziata relazione pubblicata dal *Corriere della sera* (1887, n° 64), si manifestò istantaneamente colla scossa più forte del 23 febbraio. Certo Vincenzo Ottonello, contadino, che passava di là in quel momento, sentì traballare il suolo e vide aprirsi il crepaccio per la larghezza di circa 25 centimetri, con un dislivello d'altrettanto fra un labbro e l'altro, mostrandosi soverchiante quello fra i due collocato verso la parte nella quale la strada è in discesa; dopo un momento, la fenditura si richiuse sotto i suoi occhi, non però perfettamente, che rimaneva ancora visibile qualche ora dopo. L'indomani il corrispondente del periodico precitato, la trovò ancora allargata, forse per effetto di ulteriori scosse, poi di nuovo si chiuse ed ora si afferma che ne sieno scomparse le traccie.

A Costa Rossa in quel d'Oneglia, lungo la strada che conduce a Oneglia, vidi alcune spaccature irregolari che attraversano uno straterello di terra e il conglomerato pliocenico sottoposto. La principale misurava 22 passi di lunghezza ed era diretta da N.E a S.O.

Parecchie fessure si aprirono la mattina del 23 febbraio attraverso la via nazionale, tra Porto Maurizio e Oneglia, ma quando percorsi questa via, il 4 marzo, esse non erano più visibili.

Anche a San Remo si formarono spaccature sulla via maestra in riva al mare, ma tutte poco estese ed irregolari.

emessa, la quale somiglia molto a quella della spiaggia vicina. Essa risulta di granellini rotondeggianti di quarzo un po' rubiginoso, cui sono commiste particelle nerastre di ossido di ferro; non emana alcun odore e, lasciata per qualche tempo nell'acqua, non si verifica nel liquido la presenza dello zolfo.

A Verezzi una grossa sorgente che sgorga appiè dell'abitato dalla base del Monte Caprazoppa aumentò straordinariamente di volume dopo il terremoto e per circa 40 ore diede acque torbide.

Una fontana intermittente che scaturisce a Borgio somministrò acque torbide e non potabili per la durata di 4 o 5 giorni dopo il 23 febbraio (Morelli).

In seguito al terremoto del 23 febbraio, comparvero nella provincia di Porto Maurizio varie nuove sorgenti. Una di queste, potabile e limpida, scaturì a Maro Castello, un'altra in uguali condizioni a Borgomaro. Nel territorio di Dolcedo e precisamente nella valletta che si trova sotto la borgata Costa sgorgò una sorgente fangosa nelle cui acque il prof. Gentile rinvenne notevoli quantità di bicarbonati di calcio e magnesio, di cloruri alcalino-terrosi, di acido silicico e silicati, nonchè traccie di sali di ferro e manganese e di materie organiche.

Nel comune di Cosio d'Arroscia, regione Verne, due nuove sorgenti, una limpida l'altra torbida, analizzate dal Gentile gli somministrarono, la prima, bicarbonati alcalino-terrosi, cloruri, silice, allumina e abbondanti materie organiche; la seconda, sali alcalino-terrosi in minor copia che nella precedente, traccie di silice e d'allumina e materie organiche. [1]

Si citano inoltre numerosi esempi di sorgenti, nei territori di Porto Maurizio e di Oneglia, che diedero acque torbide o di cui aumentò o diminuì il tributo.

La mattina del 23 febbraio s'intorbidavano le acque del fiume Centa e del torrente Antognana, nonchè quelle dei pozzi d'Albenga. Fra questa città e Loano, il dott. N. Morelli vide, lungo la via provinciale, abbassata di circa 10 centimetri l'acqua dei pozzi che servono all'annaffiamento.

A quanto mi riferisce il sig. Clarence Bicknell, residente a Bordighera, il tributo della sorgente d'acqua solfurea detta del Giuncarello, presso questa città, è cresciuto di circa un terzo dopo il terremoto. Non pare che la sua temperatura sia cambiata.

---

[1] Lo Scarincio, giornale, n. 39, 17 aprile 1887.

A San Remo ricomparve l'acqua in alcuni pozzi che erano asciutti da molti anni, in altri l'acqua raggiunse un livello di 80 a 90 centimetri superiore al primitivo.

Altro fatto degno di nota verificatosi nella stessa mattina si è la temporaria ricomparsa a Nizza, nel greto del torrente Paillon, di contro alla profumeria Bermond, di una polla d'acqua tepida e torbida che sgorgava in quel punto molto tempo addietro. [1] La sorgente rimase tosto inaridita.

A Nizza, parecchie sorgenti recarono dopo il 23 acque torbide o melmose, contenenti gas acido carbonico in copia. Queste condizioni si mantennero per sei giorni dopo la scossa del 23. [2]

A Mombouroux (dipartimento del Varo) una fontana pubblica situata presso il villaggio somministrò acqua fangosa, dopo il terremoto fino al mezzogiorno del 23 febbraio.

S'intorbidarono in quella mattina le acque delle terme di Valdieri.

Non è vera tuttavolta la notizia, recata da certi giornali, che nello stesso giorno o più tardi taluna delle sorgenti termali di Acqui si sia inaridita o abbia subito qualche alterazione nella sua portata.

Dopo il terremoto, le sorgenti solfuree di Voltaggio (di cui ho già fatto cenno precedentemente) trassero seco in copia brandelli di certe vegetazioni crittogamiche biancastre che si sviluppano nell'interno dei condotti in cui scorrono.

Si accerta che in Milano un pozzo così detto americano diede acqua torbida.

A distanza più o meno grande dall'area agitata dal terremoto, si manifestarono dopo il 23 febbraio fenomeni idrotermali che io qui stimo dover registrare, quantunque io non veda indizio di sorta, tranne la coincidenza del tempo, che accenni ad una qualsiasi connessione tra questi e il terremoto ligure.

Nell'isola d'Ischia adunque scemò la temperatura delle sorgenti, il che può essere la conseguenza di un sollevarsi temporario del livello marino (come per casi analoghi osservò il sig. Grablovitz). A Palagonia, in Sicilia, s'intorbidarono le acque del lago Naftia e delle fontane Vauchella.

---

[1] Si afferma dai periodici locali che questa sorgente venne a mancare 1800 anni addietro, ma ignoro se l'asserzione sia fondata sopra documenti storici degni di fede.

[2] Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, n. 12, séance du 21 mars 1887.

Scosse successive alla principale del 23 febbraio.

Dopo la scossa avvertita a Genova alle 6. 22′ a. m. e che fu la più disastrosa per la Riviera occidentale, se ne sentì una seconda meno gagliarda trascorsi 10 minuti, poi una terza alle 8. 54′ più forte della precedente, ma non quanto la prima. Variano molto gli apprezzamenti relativi al momento preciso e alla durata di queste due scosse nelle varie località. [1]

Da taluni si vuole che fra la prima scossa e la seconda l'intervallo sia stato di 11 minuti e da altri che sieno trascorsi 8 o pure 9 minuti. Varia pure di qualche minuto o di qualche secondo, nei vari luoghi, l'indicazione oraria relativa alla terza scossa, e ciò specialmente nel territorio colpito con maggior veemenza, perchè il turbamento suscitato dalla vista di tante rovine non consentiva diligenti osservazioni.

Nei giorni seguenti si succedono a brevi intervalli piccole scosse, mentre la colonna barometrica subisce lievi oscillazioni (mantenendosi però sempre straordinariamente alta) e il tempo si conserva sereno. Il 24 si segnalano a Genova scosse verso le 2. 10, le 4. 15, le 5. 56 a. m. e le 11. 20 p. m., scosse che sono più gagliardamente sentite nella Riviera occidentale. Il 25 ne è indicata una lieve a Camogli. Il 26 cade a Genova una leggiera pioggiarella; si osservano scosse in questa città alle 4. 50 e alle 6. 7 a. m., alle ore 0. 55 e 1. 34 p. m. e alle 11 p. m. Altre lievissime si sentono l'indomani.

Relazioni fra le scosse consecutive e certe circostanze meteorologiche.

Stimo utile di riassumere l'enumerazione delle scosse osservate nell'area principale sismica dal 1° marzo fino al 31 dicembre in un prospetto in cui sono pure indicate succintamente le condizioni meteorologiche (specialmente in ordine alla pioggia e all'altezza della colonna barometrica) del giorno in cui si verificò il fenomeno e del precedente.

[1] Si attribuisce, a S. Remo, una durata di 12″ alla seconda e di 3″ o 4″ alla terza.

Prospetto delle scosse consecutive verificatesi nell'area principale sismica dal 1 marzo al 31 dicembre 1887.

Indicazioni meteorologiche.	*Scosse e vibrazioni sismiche.*
Marzo.	
1. Sereno e barom. altissimo in tutta la Liguria.	Scossa a S. Remo alle 3, 15 a. m.
2. Come sopra.	Tremiti dalle 6 alle 9 p. m. e piccola scossa alle 10. 30 p. m. a S. Remo.
3. Come sopra.	Piccolissime scosse dalle 2 alle 5. 15 a. m. a S. Remo, scossa alle 5. 2 a Porto Maurizio, verso la stessa ora scossa a Savona.
5. Sereno e barometro meno alto in Liguria.	
6. Come sopra.	Due scosse a Savona nella notte tra il 5 e il 6, la seconda preceduta da rombo.
	Scossa a Cuneo il 6, alle 6. 20 a. m.
	Scossa a Demonte alle 11. 14 p. m.
9. Cielo più o meno coperto, barom. alto nella regione alpina e ligure.	Leggere scosse a Valdieri alle ore 0. 5 e 3. 47 a. m.
10. Cielo più o meno coperto, barom. abbassato in Liguria.	
11. Pioggiarella nella mattina e barom. calante (Genovesato).	Scossa forte fra le 3. 15 e le 3. 20 p. m. in tutta l'area principale sismica.
	Piccola scossa ad Alessandria alle 8. 5 p. m. circa.
29. Pioggia dal 14 al 29 in Liguria.	
30. Sereno, barom. instabile.	Scossa leggera a Savona alle 6 a. m.
31. Come sopra.	Scossa leggera a Savona alle 4. 37 p. m.
Aprile.	
2. Neve sui monti liguri, barom. calante.	Scosse leggere a Savona e a S. Remo.
3. Pioggia a Genova, barom. alzato.	
4. Sereno, barom. alto instabile.	Scossa mediocremente intensa a Savona alle 2. 48 a. m.

5. Pioggia a Porto Maurizio.
6. Pioggia a Genova, barometro basso. — Fra il 5 e il 6, leggere scosse alla Spezia.

15. Temporale nel Genovesato, barom. basso.
16. Pioggia nel Genovesato, neve ai monti. — Scossa sensibile con rombo a Susa.

MAGGIO.

3. Pioggia sulle Alpi, barom. basso in Liguria.
4. Come sopra. — Dal 3 al 4, nella notte, scossa a Genova.

7. Pioggia in Liguria, barom. alto.
8. Come sopra. — Scossa a Cuneo e Valdieri circa alle 6. 30 a. m.

19. Poca pioggia a Genova, pioggia sulle Alpi orientali.
20. Barom. alto in Liguria, pioggia nell'Alta Italia. — Scossa a Porto Maurizio alle 8. 10 a. m; a Savona all'1. 30 p. m.
21. Pioggia sulle Alpi, barom. basso in Liguria. — Scossa a Savona alle 7. 20 a. m.; a Porto Maurizio alle 8. 10 a. m.

GIUGNO.

1. Cielo più o meno coperto, barom. alto e calante.
2. Pioggia sulle Alpi, barom. calante in Liguria. — Scossa a Diano Marina alle 2. 30 a. m.
3. Pioggia in Liguria. — Nella notte dal 3 al 4 rombo e leggero moto ondulatorio a Diano Marina.

18. Sereno in Liguria, barom. alto e calante. — Scossa ondulatoria a Porto Maurizio.
19. Sereno in Liguria, barom. alto e in via d'innalzamento.
20. Come sopra. — Scosse ad Alassio alle 3. 45 a. m.; a Porto Maurizio alle 9. 15 p. m.; a Savona verso le 10 p. m.

22. Pioggia a Genova, barom. calante (nella notte dal 21 al 22, mill. 89 di pioggia).
23. Come sopra, barom. molto alzato.
24. Barom. alto e sereno in Liguria.

25. Come sopra.	Scossa leggera a Savona alle 6. 30 p. m,
Luglio.	
11. Sereno in Liguria, barom. alto.	
12. Come sopra.	Scossa a Savona alle 7. 15 p. m.; a Porto Maurizio alle 7. 8 p. m.
13. Come sopra. Temporali sulle Alpi.	
14. Sereno e barom. alto in Liguria. Temporali sulle Alpi e nella valle padana.	
15. Come sopra.	Scossa a Savona e Porto Maurizio, circa alle 7. 12 p. m.
16. Temporali al nord di Genova, barometro calante.	
17. Tempo turbato in Liguria. Temporali sulle Alpi.	Forte scossa a Porto Maurizio, Diano Marina e in altri punti della Riviera verso le 11. 35 p. m.
18. Temporali ad ovest di Genova.	Scossa a Genova alle 12. 3 p. m.
19. Temporali a nord di Genova.	Piccola scossa a Genova.
20. Poca pioggia a Genova.	Piccole scosse a Genova.
21. Poca pioggia in Liguria.	Come sopra.
Settembre.	
30. Dal 29 al 30 pioggia in Liguria, barometro assai basso.	Scossa ad Alassio alle 7. 10 p. m.; a Porto Maurizio alle 7. 35 p. m.; varie scossette a Chiavari nel pomeriggio.
Ottobre.	
7. Pioggia a Genova il 6 e il 7, barom. calante.	
8. Fra il 7 e l'8 barom. calante.	Scossa leggera a Novi alle 5. 3 p. m.
25. Pioggia nella Riviera di Ponente.	
26. Barom. alzato cielo coperto in Liguria.	Piccola scossa a Chiavari.
30. Cielo coperto, barom. calante dal 30 al 31.	Piccole scosse a Chiavari il 30.
31. Pioggia copiosa in Liguria.	Piccole scosse a Chiavari il 31; scossa a Savona alle 5. 53 p. m. del 31.
Novembre.	
9. Dal 1 al 9 pioggie copiose in Liguria, massime il 5, il 7 e l'8, nel qual giorno caddero a Genova 55 mill. d'acqua.	Piccole scosse a Chiavari alle 6 a. m. e alle 8. 20 p. m. del giorno 8. Nella notte dall'8 al 9 piccole scosse a Savona.

26. Dal 18 al 26 pioggie abbondanti in Liguria e sulle Alpi Marittime, massime nei giorni 19 20, 23, 25 e 26.	Scossa a Demonte alle 7. 30 p. m. del giorno 26.

DICEMBRE.

1. Pioggia in Liguria e nell'Alta Italia in genere. Barometro alto.	Agitazione sismica a Chiavari.
2. Barom. assai alto in Liguria. Pioggia in qualche punto dell'Alta Italia.	
3. Barom. assai alto; cielo più o meno coperto in Liguria.	Scossa a Moncalieri alle 11. 54 a. m. Agitazione a Chiavari.
18. Barom. alto, calante in Liguria.	
19. Barom basso, calante in Liguria.	Scosse a Moncalieri alle 8. 9 p. m. e alle 8. 37 p. m.
20. Come sopra. Neve sulle Alpi.	Agitazione a Chiavari dopo il pomeriggio.
21. Cielo coperto, barom. basso calante.	
22. Neve a Genova.	Agitazione sismica a Chiavari.
25. Barom. alzato in Liguria.	
26 Pioggia e neve in Liguria.	Scossa a Moncalieri alle 11.21 a. m..
27. Barom. assai abbassato in Liguria.	
28. Barom. un po' alzato. Neve nell'Alta Italia (non in Liguria).	Scossa a Moncalieri alle 8. 34 a. m.

Fra le scosse registrate in questo prospetto, fu relativamente forte quella sentita nella Riviera occidentale tra le 3. 12 e le 3. 15 p. m. dell'11 marzo che destò molto panico a Savona, Diano Marina, Oneglia, Porto Maurizio, Ventimiglia, ecc. A Diano cadde pel sussulto qualche muro pericolante e in vari edifizi le fenditure già aperte acquistarono maggiore estensione. Uno dei tremiti più violenti fu pur quello che si produsse la sera del 14 aprile, il quale fece cadere alcuni lembi di muro a Diano. Altro notevolissimo si produsse il 17 luglio.

Don Morelli mi assicura che a Loano avvertì il rombo che precedette la scossa del giorno 11 marzo circa quattro secondi prima della scossa medesima.

Fino alla scossa dell'11 marzo non si ravvisa alcuna connessione fra le tavole meteorologiche e il terremoto, ma d'allora in poi, e specialmente fra aprile e dicembre, quasi tutte le scosse sono precedute di qualche ora, o tutto al più di un giorno, da pioggie o nevi cadute sia nella Liguria occidentale sia nella regione alpina e prealpina. In alcuni rari casi, non essendo caduta pioggia nelle 24 ore che prece-

dono l'agitazione del suolo, la colonna barometrica era calante e si trovava in una fase d'instabilità.

Considerando il complesso delle scosse prodottesi dopo il 23 febbraio, le quali superano la settantina, si vede che si sottraggono alla regola la maggior parte di quelle avvenute nella quindicina succeduta al detto giorno, poi le scosse del 31 marzo, del 20 giugno, del 12 e del 13 luglio, del 30 settembre e infine le scosse dei giorni 3, 19 e 28 dicembre. È probabile che alcuni di tali movimenti sieno state preceduti e forse provocati da agitazioni manifestatesi in altre parti d'Italia; ma dai documenti che ho sotto gli occhi non risulta chiaramente.

Relazione tra le scosse secondarie e le oscillazioni microsismiche.

Ho già notato come il terremoto ligure fosse preceduto da tremiti microsismici segnalati a Velletri, a Roma ed altrove, che principiarono fin dal 13 febbraio. Se il tromometro fosse stato osservato allora nella regione ligure, è certo che avrebbe accusato, nel medesimo periodo di tempo, un'agitazione anche più viva; ma questa, pur annunziando un prossimo parossismo sismico, non avrebbe potuto somministrare alcun indizio, nello stato attuale della scienza, circa la regione minacciata. Siccome però, dopo ogni terremoto regionale assai violento, l'area sismica in cui si è fatto sentire subisce un certo numero di scosse consecutive (o di second'ordine), è ragionevole il supposto che le indicazioni del tromometro valgano almeno a pronosticare alcune di siffatte scosse.

Mosso da queste considerazioni ed incoraggiato dai nostri chiari sismologi Bertelli e Denza, l'ing. E. Charlon collocò a Diano Marina alcuni strumenti microsismici e si diede ad osservarli a brevi intervalli; così, dopo un po' di tirocinio affine di investigarne la sensibilità e l'andamento anche sotto l'azione degli urti ed attriti esterni, riuscì a ricavarne qualche presagio.

Il 15 luglio 1887 l'ing. Charlon avvertì, a cagion d'esempio, che i suoi strumenti erano assai irrequieti; l'agitazione loro andò crescendo l'indomani, come pure il 17. Orbene, alle ore 11. 35 p. m. di questo giorno si fece sentire una scossa discretamente forte (di 6°) preceduta da rombo e diretta da S.SO a N.NE. Previa ripresa di moti microsismici, altre piccole scosse furono poi sentite dal 24 al 25 luglio.

Dopo che il Charlon ebbe comunicato questi fatti, alla riunione

di sismologi tenuta in Savona, in occasione del Congresso geologico, il padre Bertelli soggiunse doversi aspettare dal tromometro un prezioso sussidio quando sia collocato presso un centro sismico, ma non potersi fare assegnamento sulle sue indicazioni ove esso si trovi in condizione diversa.

Distribuzione geografica dei danni oagionati dal terremoto.

Nell'enumerare le città e villaggi più o meno danneggiati, procederò da ponente a levante, incominciando dai punti situati lungo il litorale ed accennando poi a quelli che si trovano nell'interno. Delle località situate lungo il versante settentrionale dirò brevemente in ultimo. Lasciando ad altri di apprezzare l'entità dei danni dal punto di vista economico, di narrare gli episodi drammatici del flagello e di render conto della generosità e dell'abnegazione colla quale furono soccorse le vittime, mi occuperò qui soltanto di esporre qualche notizia che valga a dare un adeguato concetto della estensione e dei limiti dell'area sismica principale e a dimostrare le differenze verificatesi tra un punto e l'altro nell'intensità del fenomeno.

Provenza e Nizzardo.

A Marsiglia, a Tolone e a Cannes non si produsse per effetto del terremoto che qualche lieve lesione negli edifizi fondati sopra terreno poco resistente. Non vi furono danni a mia cognizione a Cannes e a Vence.

I primi danni gravi in riva al mare, s'incontrano procedendo da ponente a levante nella stessa città di Nizza. Ivi si produssero spaccature in molte case, e in alcune di esse caddero lembi di muro superiormente; ciò in ispecie nelle vie Verdi e Mayerbeer. La chiesa di Santo Stefano ebbe spaccato il cornicione e gravemente conquassato il campanile. Cadde il cupolino del vecchio campanile di Sant'Agostino. Nell'edifizio dell'osservatorio si formarono solo lievi fessure nel piano superiore, sopra le finestre e le porte (Perrotin). Le case rese inabitabili pel terremoto, quasi tutte situate nella città vecchia, sono un numero di una ventina (Héron); altri con manifesta esagerazione disse un centinaio.

Il punto più occidentale nell'interno in cui si sieno segnalati danni di qualche importanza negli edifizi è a mia cognizione Clans, nel circondario di Poggetto Theniers. Questo paesello ebbe 25 case completamente diroccate ed altre 25 case pericolanti. A Bouyon rimasero danneggiate alcune case e fu rovinata la chiesa parrocchiale. Anche a Bezaudun e a Grasse sembra che i guasti agli edifizi sieno stati piuttosto rilevanti, quantunque non si tratti di case propriamente conquassate.

Le scosse furono poco sentite a Villafranca e a Beaulieu. A Monaco fu alquanto danneggiata una caserma.

La città di Mentone, all'incontro, fu flagellata con straordinaria violenza e, quantunque nessuno dei suoi abitanti sia rimasto gravemente colpito dalle macerie (il che si deve parte al caso, parte alla buona costruzione delle case, in ispecie degli edifizi pubblici), i guasti che ebbe a soffrire si possono paragonare e quelli di Alassio. Le adiacenze della stazione e in genere la parte bassa della città verso ponente fu la più bersagliata; guasti sensibili si produssero anche nella valle del Carei. Dall'*Hôtel des Anglais* fino al Ponte S. Luigi, soltanto lievi lesioni; così da Carnolet al Capo Martin. In molte case presso la marina e nel centro della città, caddero pezzi di muro, frammenti di cornicione o solo calcinacci negli angoli, massime in quelli orientati perpendicolarmente alla scossa principale. In alcune osservai fessure che s'incontrano ad angolo retto e accennano a due o più impulsioni in senso diverso; così in una piccola casa presso il *Restaurant de la Gare* (Tav. XII, fig. 3) e all'*Hôtel et Pension des Etrangers.* Numerosi i comignoli, i pilastri, i vasi di fiori caduti o smossi. Molti presentano o piuttosto presentavano quando visitai la città i segni di aver subito un movimento giratorio; ma di ciò mi sono occupato in altro capitolo. Lungo la *Promenade du Midi* osservai che oltre agli spostamenti già segnalati, la facciata della *Villa Paul*, diretta da est a ovest, presentava, per le scosse del 23 febbraio 1887, due sistemi di fessure intersecantisi ad angolo retto e il tetto conquassato; l'angolo situato verso sud-ovest era il più danneggiato; ma, a breve distanza nella stessa via, il *Pavillon Miramar*, che è ugualmente orientato, aveva subito guasti maggiori nell'angolo sud-est. In complesso le case divenute inabitabili per effetto del terremoto furono a Mentone non meno di 150.

Nell'interno, è stato quasi completamente distrutto dal flagello il villaggio di Castillon al nord di Mentone, il quale è collocato sopra una

cresta acuta. Parte delle case di questo villaggio è fondata sopra materiali detritici che occupano le cavità della roccia. [1]

Provincia di Porto Maurizio.

Alla Mortola, non si verificò che qualche spaccatura nelle case meno robuste. Anche alla villa Hanbury (palazzo Orengo), che pure si trova in perfette condizioni dal punto di vista della solidità, si produssero screpolature. Poco lunge dalla Mortola, subirono gravi danni le cascine Cae e Zanoni ed alcuni dei loro abitanti rimasero feriti.

A Ventimiglia vidi un gran numero di case dalle mura spaccate e ciò nella città nuova che riposa sulle alluvioni recenti del Roia come nella vecchia, fondata sopra una eminenza di pliocene. Notai al basso, nella via Aprosio, una casa recentissima e di bella apparenza, dalla facciata che guarda a N.NO, tutta fissurata, mentre le pareti perpendicolari alla facciata stessa non lasciano scorgere che lievi screpolature. Nella parte alta, la casa in cui è collocato il ginnasio è internamente diroccata. Nella chiesa di S. Francesco la piegatura del paletto delle chiavi indica la ingentissima forza di trazione alla quale furono le chiavi stesse assoggettate. Se queste avessero ceduto tutto l'edifizio si sarebbe sfasciato.

A monte di Ventimiglia, si deplorano guasti relativamente lievi (nella provincia di Cuneo) a Tenda, ma non vi furono colà ch'io sappia nè morti nè feriti.

Nella valle del Nervia, ebbe qualche danno il grosso borgo di Camporosso, uno dei cui abitanti fu ferito. Ad Apricale, diroccarono alcune case e sette persone rimasero malconcie. Pigna, antica città, le cui case annerite dal tempo sono accatastate sopra erta collina, riportò guasti gravi negli edifizi meno resistenti, ma non danni di persone. Castel Vittorio, situato anch'esso sulla vetta di un cocuzzolo, ma più alto e più ripido di quello che serve di base a Pigna, lamenta ben più triste iattura, perciocchè ivi furono cinque i morti e parecchi i feriti. Precipitò la vôlta della chiesa parrocchiale e rovinarono del tutto tre altri edifizi. La maggior parte degli abitanti resta priva di ricovero.

Camporosso riposa sulle sabbie plioceniche; gli altri paeselli ri-

---

[1] Revue scientifique, n. 14 (2 avril 1887).

cordati sono fondati sopra un suolo di scisti marnosi e di calcari eocenici.

Sul rivo di Vallecrosia, a levante della Val di Nervia, rovinò parte del villaggio omonimo; due persone vi rimasero morte e cinque ferite. Diroccarono poi alcune case a S. Biagio della Cima.

Bordighera ebbe a patire meno di Ventimiglia e molto meno di Mentone. Nella città vecchia, fondata sul macigno eocenico, se in molte case le mura furono screpolate o fesse, lo si deve alla vetustà o a difetto di costruzione; la nuova via dei villini, quantunque abbia per base le sabbie e marne plioceniche, soffrì danni insignificanti. Lungo la marina, il suolo essendo quaternario, si osservano lesioni di qualche entità in parecchi edifizi, fra i quali citerò la *Villa Rosa* di cui si dovettero rifare i solai, l'*Hôtel Bordighera* e l'*Hôtel Windsor*.

Nel teatro che si trova in una nuova strada perpendicolare al litorale, sono lese da due sistemi di fessure le pareti volte a S.E e a N.O, la prima più della seconda.

A Ospedaletti, il terremoto non ha lasciato quasi traccie di sorta.

Nell'interno, a breve distanza del mare, il flagello colpì con maggiore intensità Coldirodi, che ebbe due morti ed alcuni feriti e in minor grado Seborga. Tra le 349 case di Coldirodi, 97 debbono essere demolite e 196 richiedono importanti riparazioni. Tuttavolta, gli abitanti scamparono tutti dal pericolo ad eccezione di due che rimasero feriti.

A San Remo, furono gravemente danneggiate molte fabbriche della città vecchia, le quali, d'altronde, erano ben più in pericolo delle altre per la loro vetustà e perchè fondate sui fianchi di una ripida collina. Si dice che le case rese inabitabili o quasi fossero circa un centinaio, ma credo questo compùto esagerato. Al solito, si vedono molte crepature negli angoli degli edifizi e in continuazione dei vani delle porte e finestre. I muri che hanno più sofferto sono quelli diretti da nord a sud e da N.O a S.E. Nel sobborgo orientale osservai, dopo il terremoto, numerosi edifizi nuovi o quasi, e non mal fabbricati, con fessure nelle mura maestre e nei volti, parapetti spaccati o scrostati, comignoli e balaustri caduti. Nel villino Gastaldi precipitarono alcuni solai. Durante la prima scossa, uno degli inquilini potè vedere, dall'interno, aprirsi poi richiudersi una spaccatura nella parete che guarda a S.E.

Il santuario della Madonna della Costa, presso San Remo porta le traccie di scuotimenti rovinosi: i suoi due campanili sono spaccati trasversalmente sotto la cupola ed apparisce un po' spostata verso levante (senza però aver girato sul suo asse come si è detto) la parte

superiore di quello dei due situato all'angolo orientale dell'edifizio. È pur spaccato trasversalmente il cupolino che sormonta la chiesa, presentandosi spostato nello stesso senso del campanile; esso porta l'asta del parafulmine mozzata all'attaccatura del conduttore e piegata verso ovest. Nei muri perimetrali della chiesa si vedono profonde fenditure presso a poco orizzontali, non aperte, ma riaperte il 23 febbraio 1887, essendosi già formate per effetto di terremoto or sono molti anni.

A San Romolo, santuario situato sopra San Remo, cadde la volta della chiesa e fu atterrato il campanile. Anche l'attiguo convento presenta gravi lesioni.

Il grosso villaggio di Ceriana, a poco più di 7 chilometri a nord di San Remo, fu terribilmente flagellato .Parecchie case crollarono ed altre rimasero talmente fesse e guaste da doversi abbandonare. Una delle chiese ha le mura screpolate, la volta spaccata e il campanile mozzato; un'altra è tutta fessa. Morti 5, feriti 12.

La cappella di San Rocco, lungo la via di Baiardo, ha la facciata, diretta da E.SE a O.SO, attraversata da fessure che si tagliano, ad angolo retto; il suo campanile è crollato.

Baiardo, che occupa il cocuzzolo di un ripido monte, contrafforte del Bignone, è una congerie di abituri e misere casupole addossati gli uni agli altri, cui sovrasta, sul vertice del cacume, la chiesa parrocchiale. Quel cumulo di mura decrepite e mal connesse fu tutto conquassato dal terremoto e per maggior sventura precipitò la volta del tempio, durante la messa, seppellendo sotto le macerie un gran numero di persone. L'edifizio in cui avvenne la catastrofe consiste in una gran navata, ornata di stucchi e pitture del secolo scorso, coll'asse maggiore diretto a N 25° O mg., il cui volto mal contesto di travertino della fontana Landrigo e di calcare in frammenti greggi o quasi, era stato a più riprese rivestito di spessa e pesante arricciatura. Legavano la volta alcune chiavi troppo sottili e di più già corrose nella bollitura, le quali si strapparono nel momento della scossa. Il tetto, coperto di grossi e pesanti lastroni di calcescisto, contribuì non poco all'eccidio.

Le vittime furono 220 morti e 60 feriti, alcuni dei quali dovettero poco dopo soccombere.

Il suolo di Baiardo e di Ceriana è scisto marnoso eocenico, alternante con calcare ed arenarie. Nel primo di questi due villaggi la roccia, in cui domina l'elemento argilloso, è tutta rotta e fissurata e sembra molto alterata dagli agenti esterni.

Bussana è fondata sopra un poggio di conglomerato pliocenico, il quale, per la poca tenacità del suo cemento, fornisce agli edifizi pessime fondamenta; a questa circostanza prima di tutto, poi alla maniera barbara di fabbricare dei suoi abitanti, alla mancanza di buoni materiali da costruzione in prossimità del paese, deve Bussana la sua distruzione, avvenuta la mattina del 23 febbraio. In alcune delle sue meschine catapecchie crollarono i solai e le scale; in molte altre le mura maestre cedettero, abbattendosi le une sulle altre. Se le case non fossero state fra loro collegate da archetti e muriccioli, in guisa da formare quasi un solo edifizio (come si vedono nei paesi della Liguria più spesso funestati dai terremoti), le vittime sarebbero state assai numerose. Furono tuttavia molte, considerata la popolazione del villaggio, che è di sole 820 anime, perchè ruinò sui fedeli, raccolti per l'uffizio religioso, la vôlta della chiesa parrocchiale. In tutto rimasero morti sul colpo 53, feriti 27. Il paese, come dissi, è distrutto; i superstiti son tutti ricoverati in baracche di legno e tende, aspettando che le case loro possano riedificarsi in altra località vicina.

All'Arma di Taggia non si vedono case crollate, ma solo mura più o meno fesse. Taggia, collocata all'estremo limite di un piccolo lembo alluviale, deplora molte ruine ed alcune vittime, cioè 8 morti e 5 feriti. Nella via Soleri crollò all'interno la casa, assai antica, dei Ruffini ed altra accanto. Quasi tutte le altre case sono più o meno danneggiate.

A Castellaro, villaggio piantato, come un nido d'aquila, sul fianco dell'erto Monte Peuzzi, la catastrofe raggiunse ben maggiori proporzioni, perchè cadde la vôlta della chiesa durante le funzioni religiose, e fece numerose vittime. I morti furono 38 e 65 i feriti, tra i quali parecchi, assai gravemente, vissero ancora pochi giorni. Oltre a ciò, molte case son da demolirsi o da ripararsi.

A monte di Taggia, nel grosso borgo di Badalucco, fondato sulla roccia viva, i danni si limitano a numerose case screpolate o fesse, alcune delle quali si dovettero temporariamente abbandonare.

Più innanzi, risalendo la valle, si trova il villaggio di Montalto, in cui un uomo fu ucciso e sei rimasero feriti dalle macerie.

Soffrirono assai le frazioni dell'alpestre comune di Triora, sparse a varie altezze e a notevole distanza l'una dall'altra, sulle pendici dei monti che limitano la valle superiormente. Le case propriamente conquassate raggiungono il numero di 74; circa 90 si resero inabitabili. I morti in numero di due, sei i feriti.

A Santo Stefano i danni non furono molto gravi; ma a qualche distanza entro terra, Pompeiana perdette 5 abitanti schiacciati dalle macerie e ne ebbe 7 feriti più o meno gravemente. Si segnalarono guasti e ruine nelle case a Cipressa poco lungi dal litorale, verso levante, e nell'interno, a Lingueglietta e Civezza.

I villaggi fra Santo Stefano e Porto Maurizio, e in ispecie alcuni situati nell'interno a N.O di questa città, subirono guasti ingenti.

Parecchi edifizi di Dolcedo furono resi inabitabili o almeno danneggiati; fra questi l'ospedale. A Pietrabruna due terrazzani rimasero feriti. A Valloria, 4 furono offesi dalle macerie ed uno dovette soccombere; due terzi delle case subirono tale schianto da minacciar rovina. A Tavole vi furono 7 feriti, 2 a Prelà, 1 a Piani; a Villatalla perdettero la vita 2 persone e 4 furono ferite; altri 3 feriti ed un morto si lamentano a Pantasina. A Vasia, non vi furono morti sotto le rovine, ma le case da demolirsi son parecchie e dicesi che due piccole frazioni si debbono abbandonare del tutto. Assai danneggiato anche Carpasio.

Allorchè visitai in compagnia del prof. Gentile e del capitano d'Albertis, la frazione Massabovi (comune di Porto Maurizio), tutte le case minacciavano rovina; la piccola chiesa aveva inoltre il tetto sfondato e il peristilio fracassato, talchè bastava un soffio di vento perchè precipitasse il campanile di cui erano spezzati i muri di sostegno[1]. Il disastro si spiega facilmente osservando che il villaggio è fondato su conglomerato ghiaioso pliocenico, assai poco resistente, e che le case sono fabbricate con grossi ciottoli anzichè pietre squadrate o mattoni.

Talla e Caramagnetta situati a breve distanza da Massabovi soffrirono molto meno, perchè fondate sulla roccia viva.

A Porto Maurizio, il terremoto conquassò un gran numero di edifizi in vari quartieri, specialmente le case già sdruscite della città vecchia. Tuttavolta le adiacenze immediate del porto soffrirono assai meno di quanto poteva presumersi. Fu gravemente colpito, e in parte propriamente sfasciato, l'ex-convento dell'Annunziata che accoglieva l'istituto tecnico, un antico edifizio situato sopra una piccola altura a settentrione della città. Muri fessi e devianti dalla verticale, volti attraversati da ampie soluzioni di continuità, pavimenti rotti e coperti di calcinacci; tal'è lo spettacolo che si offrì ai miei occhi, allorchè vi-

[1] Malgrado tanto conquasso, i 60 abitanti della borgata si salvarono tutti, uno solo rimase ferito.

sitai i locali dell'istituto in compagnia dei professori Vassallo e Gentile. Oltre a ciò, osservai che era crollata una parte della torre sede dell'osservatorio meteorologico, per cui non vi si poteva più accedere senza pericolo. Nei gabinetti di chimica e di storia naturale, gli scaffali erano tutti spalancati e gran parte del loro contenuto, suppellettile e raccolte, si vedeva sparsa in disordine sul pavimento. Poco lungi rimase conquassato l'ospedale che era quasi nuovo, ma imperfettamente fabbricato. Notevoli le traccie del flagello nel teatro diurno, le cui mura maestre sono attraversate da spaccature verticali dirette presso a poco da levante a ponente.

Uno solo tra gli abitanti di Porto Maurizio trovò la morte fra le macerie, 9 furono feriti.

Nella valle dell'Impero i danni furono generali, ma si citano fra i paesi più danneggiati: Costa d'Oneglia, in cui le case inabitabili sono una trentina, il piccolo borgo di Costa Rossa [1] che è tutto conquassato; poscia, a monte di questi: Pontedassio, Chiusanico, di cui fu sfasciata la casa parrocchiale, Maro Castello di cui rimasero diroccate alcune case e quasi tutte le altre inabitabili, Candeasco, presso Borgomaro d'Oneglia, con molte mura e volte spaccate. Aurigo, villaggio alpestre di 760 abitanti, situato presso le sorgenti dell'Impero in quel di Borgomaro, ebbe 10 morti e 2 feriti. Un morto e 3 feriti a Castelvecchio di Santa Maria Maggiore, sopra Oneglia.

La città d'Oneglia fu una delle più crudelmente flagellate. Se si misura l'intensità del fenomeno non alla stregua del numero delle vittime e alla copia delle rovine, ma alla natura stessa dei guasti sofferti dagli edifizi, tenendo conto e del genere e della bontà delle costruzioni, convien dire che in alcun punto il suolo fu agitato e scosso con tanta energia. Due sole in Oneglia sono le case completamente rovinate e queste erano mal fabbricate [2]; ma tutte più o meno hanno sofferto e per la massima parte o furono già demolite o debbono subire la stessa sorte. Alcuni edifizi costruiti recentemente con materiali appropriati e secondo le regole dell'arte, ebbero spaccate le pareti dal-

---

[1] Ivi le mura della chiesa consacrata all'Assunta sono attraversate da profonde spaccature e il campanile, che pende verso nord-est, è condannato alla demolizione.

[2] Una delle due, situata in piazza Vittoria e sotto le cui rovine perirono il prof. Demura e il farmacista Capovilla, era costruita precipuamente di grossi ciottoli mal cementati, anzichè di pietre opportunamente squadrate.

l'alto al basso, rotti i volti, staccati i solai dai muri, scompaginati i tetti. Si citano fra quelli che soffrirono guasti più gravi il collegio, l'ospedale civile, il ricovero di mendicità e ospizio provinciale.

Ad Oneglia perirono miseramente 20 persone e 23 furono ferite, ciò secondo notizie comunicate alla Commissione Reale incaricata di ripartire i sussidi decretati a favore dei danneggiati del terremoto; ma taluno crede che il numero dei feriti sia assai maggiore. Il numero comparativamente alto dei feriti, rispetto a quelli dei morti, dipende più che altro, io credo, dalla solidità delle costruzioni, le quali, salvo poche eccezioni, sebbene malconcie dallo schianto, non crollarono completamente.

A Diano Marina, si produsse la mattina del 23 febbraio tal catastrofe che trova solo riscontro nei memorabili disastri di Lisbona, di Casamicciola e delle Calabrie. La prima scossa fece diroccare d'un tratto, con orribile fragore e in mezzo a denso polverlo, buon numero di case situate quasi tutte nella parte media e occidentale del paese, lungo la marina. Molti abitanti, che a quell'ora mattutina stavano ancora fra le coltri, rimasero sepolti fra i rottami, quali morti, quali malconci, ma ancora vivi.; altri furono colti per via dalle macerie che precipitavano.

Alcuni inquilini delle case rimaste in piedi che vollero indossare i propri panni o recar seco qualche oggetto prezioso prima di porsi in salvo, furono travolti dalle mura, dalle scale e dai solai crollati per la seconda scossa.

Mentre i più animosi fra i dianesi superstiti erano intenti a trarre fuori dalle macerie i disgraziati sepolti vivi che imploravano aiuto, sopravvenne la terza scossa, la quale, provocando nuove rovine, accrebbe ancora il numero delle vittime e destò tal terrore negli astanti da paralizzare per qualche tempo ogni tentativo di salvamento. Infatti, lo sgombero delle macerie a quest'uopo non fu regolarmente iniziato che l'indomani, quando sopraggiunsero militari ed operai in soccorso della disgraziata città.

In tutte le case di Diano, salvo due o tre eccezioni, le mura maestre rimasero in piedi, ma i solai dei piani superiori si distaccarono e precipitando sui sottoposti convertirono in un mucchio di rottami tutto l'interno del fabbricato. Spesse volte diroccarono le scale; quasi sempre si trovò scompaginato il tetto d'ardesia e non mancano casi in cui si vede addirittura sfondato. Le case rimaste in piedi presentano quasi tutte spaccature verticali sopra e sotto le linee che limi-

tano i vani delle porte e finestre. Ove si danno due o più finestre sovrapposte, le fessure passano dall'una all'altra. Queste fessure sono poi sempre più spiccate in corrispondenza degli angoli e nei piani superiori.

In tesi generale, sono assai più danneggiate le facciate con direzione N-S che quelle disposte normalmente. Nei pochi casi in cui caddero le mura esterne, queste si rovesciarono verso il mare. Nè sono rovinate solo le casupole sdruscite dagli anni e mal conteste, ma anche case di villeggiatura nuove e palazzi fabbricati secondo le regole dell'arte. Nella villa Muratorio, elegante palazzina di recente costruzione, uno dei fabbricati che soffrirono meno, crollò la scala per cui gli abitanti dovettero uscirne da una finestra e inoltre si formarono nelle mura maestre profonde fenditure che si intersecano ad angolo retto, accennando così a due direzioni di scosse (Tav. XII, fig. 1).

Il numero dei morti, 190, e quello dei feriti, 102, dica senz'altro quale fu lo scempio della sventurata città. Nelle vicinanze di Diano Marina, di Oneglia e di Porto Maurizio, crollarono per piccoli tratti, in alcuni punti, muri a secco, destinati a dividere le proprietà l'una dall'altra o a sostenere le terre tagliate a scaglioni, sul pendio di colline e poggi. Si produssero pure in quelle terre smottamenti determinati della caduta dei muri.

Fra Diano e Cervo, osservai fra varie case di villeggiatura più o meno danneggiate, un edifizio nuovo e di bell'aspetto, il cui asse è orientato da nord a sud. In questo è tutto spezzato, con caduta di un frammento di muro, il lato occidentale, mentre gli altri sono quasi intatti.

Diano Castello, che sorge sopra un poggio di pliocene, ha poco da invidiare a Diano Marina. Quantunque le sue case sieno generalmente meglio fabbricate, ed anzi possano dirsi in parte veri palazzi, [1] offrono esse pure uno spettacolo di ruina e di desolazione, in cui si ripetono i particolari già descritti altrove. Mi colpirono fra gli altri un grande edifizio sfasciato nella piazza Mari e una chiesa dal tetto sfondato. Diano Castello ebbe 32 morti e 15 feriti.

Intorno a taluni edifizi di questa città, il padre Bertelli, reca i particolari seguenti che reputo meritevoli di considerazione:

---

[1] Diano Marina è stato per lungo tempo il sobborgo marittimo e commerciale di Diano Castello, ove dimoravano, nei loro palazzi e castelli, i principali possidenti; qui si asserragliavano e si disponevano alla difesa, in caso di aggressione con gli abitanti dei territori circonvicini.

« Nella chiesa di Diano Castello la parte superiore del campanile fu troncata e sbalzata a molti metri di distanza sopra il tetto della chiesa, determinando così la caduta del tetto stesso e della volta sottostante. Lo svettamento del campanile è stato nel piano SE-NW: però la caduta di esso fu dalla parte di NW, cioè (a quanto pare) durante il periodo oscillatorio di ritorno, come sembra che avvenisse pure nel rovesciamento dei vasi della villa Farraggiana di Albissola, che si è detto sopra. Mi sembra però molto probabile che nel fatto accennato del campanile abbia avuto luogo altresì una collisione di oscillazione per fase opposta, fra il muro della chiesa ed il campanile, il quale aderiva soltanto al muro di essa senza il necessario collegamento col medesimo. Al certo, attesa la sua maggiore lunghezza e mobilità, il campanile doveva necessariamente oscillare più ampiamente e come pendolo dissincrono rispetto alla chiesa. A Diano Marina invece il campanile essendo isolato, non ha sofferto tali danni. Altrettanto si osserva nella grossa torre sotto la quale passa la via del Convento, a Nord di Diano Castello. La volta inferiore però di questa torre è armata di grosse chiavi di ferro, ed altre chiavi ortogonali alle prime vi si veggono a maggiore altezza nelle pareti; nondimeno, ivi i paletti posti verso la marina, hanno lavorato di più, come appare dalle piegature angolari che presentano, sporgenti dal filo del muro. Del resto poco lungi da Diano Castello, ed in parecchi altri luoghi della riviera, si veggono pure altre torri e campanili che presentano i fenomeni sopra indicati. » [1]

A brevissima distanza dalle due città, Diano San Pietro, villaggio fondato sui calcari dell'eocene, rimase quasi immune dal flagello. Quando lo visitai, nel marzo dell'anno scorso, qualcuna delle sue case presentava lievi fenditure, e tutte erano abitate.

A Cervo, i danni sono relativamente minimi e ciò dipende in gran parte da che il paese è fondato sulla viva roccia.

Lungo la via che conduce a San Bartolomeo, si trova una piccola casa, la villa Morro, tutta sconquassata. A San Bartolomeo, il muro di cinta del camposanto presenta fessure verticali equidistanti un po' più vicine di quelle segnalate in altri muri di cui dirò più innanzi. La chiesa parrocchiale ha la facciata fessa in vari sensi e la parte anteriore del tetto sfondata, per la caduta della parte estrema del cam-

---

[1] *Osservazioni fatte in occasione di una escursione sulla Riviera ligure di ponente*, ecc., p. 11.

panile. A poca distanza, si vede un piccolo oratorio dal tetto sfasciato. Uno degli abitanti morì sotto le macerie; i feriti furono due.

I danni relativamente gravi sofferti da San Bartolomeo trovano la loro spiegazione nella natura del terreno che è una marna sabbiosa pliocenica.

A Pigna d'Andora, osservai un lungo muro di cinta diretto da levante a ponente, il quale, per effetto del terremoto, presenta numerose fessure e queste, tutte verticali, sono disposte alla distanza di 4 a 5 metri l'una dall'altra con regolarità strana. Le due spaccature situate ai due lati lati di una porta, che si trova presso a poco nel mezzo, sono un po' più larghe delle altre e dai loro lembi caddero calcinacci con qualche pietra. In un certo tratto del muro si osserva l'alternanza tra una fessura più lunga e profonda ed altra minore. Questa disposizione di fessure accenna, se non sono in errore, a due sistemi di ondulazioni di second'ordine che potevano essere simultanei o successivi.

In Andora, grosso borgo giacente sopra un piano alluviale, rimasero danneggiate quasi tutte le case, e secondo gli ingegneri che ispezionarono il paese subito dopo il disastro, 133 non potevano più, senza riparazioni, dar sicuro ricovero agli abitanti, mentre 52 dovevano essere candannate. Non è a maravigliarsi con ciò se rimasero colà due morti e 16 feriti.

A Laigueglia, fondata in parte sull'alluvione, alcune case sono da demolire, ma in complesso il paese pagò al flagello lieve tributo.

Nella città di Alassio osservai numerose case sfasciate o conquassate nella parte bassa e sopratutto per le vie Umberto I e Maria Vittoria, che corrono lungo la marina. Ivi il suolo è detritico, quaternario o recente. Rimasero quasi incolumi le case situate sulle colline che sono formate di calcare eocenico. Gravissime le rovine nella piazza del Commercio, di cui è completemente sfasciata una casa situata all'angolo nord-ovest ed altra nel lato ovest.

La chiesa di San Vincenzo, che dall'esterno si direbbe intatta, ha la volta attraversata di profonde spaccature. La chiesa di San Francesco ha la facciata spaccata per metà e i due lati solo appena screpolati; il campanile minaccia di crollare. Nella via Maria Vittoria, havvi una piccola chiesa di cui si ruppe il campanile; in una casa contigua di due piani e terreno, la facciata presenta due spaccature longitudinali dal tetto alla base. In Alassio i morti furono 4 e feriti 3.

Provincia di Genova.

Albenga, città antichissima fabbricata presso la foce del Centa, sopra un piano d'alluvione, il quale copre la linea di contatto fra le formazioni dell'eocene superiore, che si estendono a mezzogiorno, e le triassiche, sviluppate a settentrione, fu assai maltrattata. Ebbero a soffrire, tra le altre, le piazze di San Michele e dell'Ospedale, la via Cavour, ecc., e richiedono ingenti riparazioni le case Cipollina, Spelta, Scola, Soracco, Gerardenghi, come pure gli edifizi del convitto Oddi, del Regio Ginnasio, dell'asilo infantile; molti altri presentano lesioni di minore entità. La meno danneggiata è la parte dell'abitato che guarda verso nord-ovest. Una torre medioevale situata nella piazza dell'Ospedale si mostra profondamente spaccata nella parte che guarda verso sud-ovest, mentre i lati normali a questa sono integri.

Sopra Albenga ebbero case disfatte per lo schianto: Bastia (alla confluenza dell'Arroscia col Neva) che conta tre feriti, Lusignano sull'Arroscia, in cui il campanile è pericolante, Salea, di cui parecchi terrazzani riportarono ferite. Fu in parte rovinato il piccolo villaggio di San Fedele, ma i suoi abitanti scamparono illesi dal pericolo. Qualche danno a Campochiesa, ove due persone rimasero ferite.

Nella valle del Lerrone, soffrì assai Bassanico (frazione di Casanova Lerrone). Nell'alta valle dell'Arroscia, i punti più notevoli, sotto il medesimo aspetto, sono: Ortovero (nella provincia di Genova), Vessalico, Pieve di Teco, Pornassio, Mendatica e Cosio (tutti in quella di Porto Maurizio) e lungo il rivo di Rezzo, affluente dell'Arroscia, si citano: Cenova, Lavina e Rezzo (Porto Maurizio). Di Ortovero crollò completamente la frazione Pugli; a Pieve di Teco, rimase quasi rovinato l'edifizio della pretura e subirono gravi guasti il quartiere della milizia alpina, la chiesa parrocchiale e il convento dei cappuccini. Le spese di risarcimento necessarie alle case dei privati superano le 200 000 lire.

Furono numerose le mura fesse o screpolate a Ceriale, Borghetto e specialmente a Loano; ma non vi rimase alcun abitante morto o ferito; lo stesso dicasi di Boissano. A Toirano, oltre a danni lievi toccati ad un certo numero di edifizi, alcuni di questi furono propriamente rovinati. Guasti anche maggiori toccarono a Balestrino. Pietra Ligure è quasi intatta, quantunque la sua ubicazione sia analoga a quella di Finalmarina e di Loano; vi furono tuttavolta due feriti. Nell'alpestre villaggio di Giustenice, sopra Pietra Ligure, cadde il volto della navata destra della chiesa di San Michele e rimase malconcia la canonica.

La chiesa è attraversata da una grande spaccatura diretta da sud-sud-est a nord-nord-ovest. L'antico castello dei Del Carretto, a Giustenice, quantunque cadente per vetustà, resistette all'urto del terremoto. Dall'alto di un muro sconnesso caddero solo alcune pietre nella direzione nord 75° est magn. (Squinabol).

La chiesa di Tovo San Giacomo subì qualche guasto per essere caduta la parte superiore del campanile ed uno degli obelischi di cui è ornata la facciata. Nello stesso comune di Tovo, 11 case, quasi tutte misere catapecchie, non sono più suscettibili di risarcimento, molte altre non potranno abitarsi senza lavori di consolidamento.

A Borgio, i danni furono relativamente lievi, e solo tre case si resero inabitabili, mentre poche altre richiedono riparazioni. Non così a Verezzi, forse perchè il paese è scaglionato sui fianchi assai ripidi del Caprazoppa; ebbe molto a soffrire in questo comune la borgata Crosa.

A Finalmarina, città fondata in gran parte sulla sabbia e l'alluvione, le case inabitabili sono in discreto numero, sopratutto verso la parte media della contrada principale; una di esse rovinò del tutto. Rimase ferita una sola persona.

Gravi guasti a Finalpia, principalmente nella frazione di Calvisio, fondata sulle alluvioni di un torrentello; ivi due terzi dei fabbricati divennero inabitabili. Molte lesioni negli edifizi più vetusti di Finalborgo; una casa propriamente diroccata e 26 da demolirsi. Nessun morto, ma 7 feriti.

Tra i villaggi, poco distanti dal mare, offesi gravemente, vi sono Bardino Nuovo, che conta un ferito, Vezzi Portio, in cui rimasero un morto e un ferito, poi Bardino Vecchio ed Orco Feglino. A Vezzi 99 case hanno dovuto subire o subiranno qualche riparazione e 22 sono condannate ad essere demolite.

A Varigotti, qualche lesione nei muri, ma non rovine. Invece è stato funesto il terremoto all'antichissima città di Noli, nella quale 67 case sono rovinate o da demolirsi, ed altrettante richiedono urgenti risarcimenti. E qui pur troppo non mancano le vittime e sono in numero di 33, tra le quali ben 16 morti. A Noli, si sfasciarono principalmente le case fondate sopra un suolo di detriti o d'arena.

A Spotorno, a Bergeggi e a Vado molte case richiedono restauri; ma il guasto è incomparabilmente minore. Nel primo di questi paeselli vidi un campanile scoperchiato dal terremoto. A Vado osservai che si staccarono molte ardesie dai tetti, massime nei pioventi paralleli al lido. Ivi rimase un ferito.

A Segno, villaggio situato nella valle del torrente omonimo, sopra Vado, sono sette le case condannate alla demolizione e più di 50 quelle da riattarsi. Nel comune di Quiliano, poco distante dal precedente, ma in altra vallata più orientale, gli edifizi tanto conquassati da non francar la spesa della riparazione sarebbero 11 e quelli in cattivo stato per fatto del terremoto 29. È degna di nota la circostanza che i due villaggi sono in parte fondati su roccie antiche.

Guasti limitati, almeno a quanto se ne può argomentare dall'esterno, nel borgo di Zinola. La chiesa delle Fornaci ha il tetto sfasciato verso S.O; il suo campanile minaccia rovina.

A Savona, soffrirono principalmente i fabbricati che hanno le fondamenta loro sul terreno alluviale, un pò meno quelli fondati sulla formazione pliocenica, qui ridotta a tenue potenza e rappresentata da argille e marne. Nella piazza Mazzini, osservai un edifizio con grosse fessure oblique sulla facciata meridionale e senza lesioni apparenti verso levante. Nella via Untoria precipitarono i solai di alcune case, le quali, per vetustà e viziosa costruzione erano in pericolo, ma altre in analoghe condizioni resistettero. Due piccole case quasi del tutto sfasciate e da demolirsi vidi presso il palazzo municipale. A S.O della città, la villa del cav. E. Benech fornisce esempio di fabbrica seriamente danneggiata, quantunque non lasci nulla a desiderare dal punto di vista dell'arte edilizia. Il corpo principale, cui va unita verso S.O una torre esagona, coperta di cupola e cerchiata di ferro, consta di due piani. Il superiore e la torre furono attraversate da una grossa spaccatura diretta presso a poco da ovest a est, la quale interessa i muri maestri e i soffitti; le divisioni interne dello stesso piano più prossime alla fenditura rimasero screpolate e scrostate. Il pian terreno e le cantine sono quasi intatti.

In complesso, a Savona, 10 persone rimasero uccise sotto le macerie e 15 furono ferite. Gli appartamenti che si dovettero sgombrare in questa città, perchè resi mal sicuri dalle scosse, non sono meno di 300; altri, in numero di ben 1400, richiedevano riparazioni. Laonde per parecchi mesi dopo il disastro muratori e fabbri furono occupati in gran numero a collocar chiavi e catene e anche al dì d'oggi il lavoro non può dirsi finito.

Albissola Marina è il punto più orientale della Riviera in cui il terremoto fu disastroso. Ivi furono parecchie case sfasciate, colla morte di tre persone lungo la via principale, che corre parallela alla marina;

10 feriti. Fra gli edifizi pubblici, subì lesioni gravissime l'asilo infantile.[1]

Il paese è fondato parte sopra un letto d'alluvione recente, assai sottile, parte sull'argilla pliocenica. Albissola Superiore, che giace in parte anch'essa sull'alluvione, subì solamente lievissimi guasti, il che accenna a minore intensità o a diversa maniera di scosse.

Lungo il versante settentrionale dell'Appennino e nel territorio collinesco che si estende verso la pianura padana, il terremoto danneggiò principalmente i paesi situati in una zona diretta dal sud al nord per la quale passano i meridiani di Alassio, Diano Marina, Oneglia e Taggia.

Procedendo da mezzogiorno a settentrione, notiamo in prima che il paese di Bardineto, sulla Bormida di Millesimo, figura nell'elenco dei paesi danneggiati con 23 case divenute inabitabili e 5 da demolirsi. Calizzano (sullo stesso ramo della Bormida), quantunque fondato in gran parte sopra roccie cristalline permiane, ebbe le sue case e specialmente la chiesa parrocchiale, seriamente colpite. In questo comune sono 5 le case da demolirsi e 64 quelle divenute inservibili ove non fossero riparate.

Da Albissola a Genova, le città e villaggi allineati lungo il litorale in serie quasi continua furono tutti qual più qual meno danneggiati; ma si tratta di guasti che generalmente appariscono poco o punto all'esterno e che non mettono i fabbricati in pericolo. Nelle mura maestre si osservano le solite fessure verticali sopra i vani delle finestre e delle porte, massime nei piani superiori; all'interno, i solai si distaccarono bene spesso di qualche centimetro dai muri, si aprirono fessure in un gran numero di vôlte, si ruppero tramezzi nei piani superiori e caddero moltissimi comignoli.

Il fenomeno ha lasciato queste ed altre traccie a Celle, Varazze, Cogoleto, Arenzano, Voltri, Pra, Pegli, Sestri, Cornigliano, Sampierdarena e Genova. I punti in cui sono più numerose si trovano nell'abitato di Varazze, nella porzione orientale d'Arenzano, in qualche tratto di Sestri e in certe strade di recente costruzione (fondate su depositi al-

---

[1] Non è esatta l'asserzione del Meunier, secondo la quale sarebbe crollato il ponte di Albissola. Questo era bensì in riparazione il 23 febbraio, perchè danneggiato da una piena avvenuta qualche tempo prima; ma dal terremoto nulla ebbe a soffrire.

luviali), nei quartieri bassi di Genova, in ispecie nelle vie Minerva e Vincenzo Ricci [1]. A Cogoleto vi fu un ferito.

A levante dell'area principale sismica, si produssero ancora spaccature nelle case meno robuste o situate sopra terreni poco saldi a Recco, Santa Margherita, Rapallo, Lavagna, Sestri Levante, Casarza, Borzonasca, ecc.

A Rapallo cadde nella via Cavour un tratto di parapetto della lunghezza di 6 metri.

A Sturla, Quarto, Quinto, Nervi, Camogli, Zoagli, come pure nei paesi situati a levante di Sestri il terremoto riuscì innocuo.

Provincie di Cuneo, d'Alessandria ed altre.

Soffrirono Priero e in minor grado Ceva sul Tanaro (paesi fondati su formazioni mioceniche inferiori) e, presso a poco sotto lo stesso parallelo, S. Michele di Mondovì e Mondovì stessa. In questa città la scossa fece spezzare molti vetri alle finestre; ciò principalmente nella parte alta della città, la quale riposa tuttavolta su roccie mioceniche.

A Mondovì-Piazza crollarono le vôlte nella casa del barone Gervasi. A Mondovì-Breo rovinarono quelle di un asilo. Verso S.O dobbiamo ricordare la rovina di parte del castello a Chiusa di Pesio.

Un pò più a settentrione, subirono guasti rilevanti Monesiglio, sulla Bormida di Millesimo, e Mombarcaro tra la valle della Bormida e quella di Belbo.

Altri guasti, ma relativamente leggeri, sono a segnalarsi a S. Benedetto e a Bossolasco sul Belbo, nonchè a Farigliano sul Tanaro.

A Serravalle Langhe, si screpolò la vôlta della chiesa parrocchiale. A Monforte d'Alba, cadde un vôlto e qualche muro soffrì danni lievi. Nella città d'Alba, come pure a Diano d'Alba, a mezzogiorno di questa città, a Guarene, Corneliano, Sommariva Perno, Baldissero, Monteu Roero, a nord e nord-ovest, la commozione del 23 febbraio lasciò traccie più o meno profonde [2]. In Alba soffrì assai la caserma di S. Domenico

---

[1] A Genova, in molte case, si spostarono, pel terremoto, mobili, quadri, arredi; in alcune caddero, nelle credenze, vetri e porcellane e si rovesciarono bottiglie di vino. Dal parapetto del palazzo ove è collocato l'*Albergo di Genova* cadde nella piazza sottostante un vaso di marmo.

[2] Il suolo di questo territorio è tutto pliocenico.

e caddero alcuni comignoli; a Diano rovinarono due o tre vecchie case; a Guarene si spaccò la cupola della chiesa di S. Maria delle Grazie e cadde il piccolo campanile della chiesa di S. Rocco; gravi guasti del pari a Corneliano; a Sommariva Perno ebbe a soffrire il castello di Mirafiori; a Baldissero crollò una torre; a Monteu Roero è quasi ruinato l'antico castello. A Castellinaldo si ruppe il soffitto della chiesa, fu danneggiato il castello e caddero tegole e comignoli.

Si ridusse a nulla o a quasi nulla il pregiudizio recato dal terremoto a Bra e Cavallermaggiore.

Ad occidente della zona, di cui ho fatto cenno, i paesi lontani dal mare che subirono danni di qualche entità sono Tenda in val di Roia, Cuneo e Fossano. In queste due ultime città, e principalmente a Cuneo, rimasero screpolati alcuni muri e caddero pezzi di cornicione, tegoli e comignoli. A Valdieri rovinò parte di una casa e si verificarono screpolature nel tempio della confraternita di Santa Croce e in altre fabbriche.

A settentrione del Finalese e del Savonese, soffrirono Massimino, Millesimo e sopratutto Cosseria (che riposa sulla mollassa miocenica); 11 case in questo comune hanno bisogno di riparazioni urgenti ed una è condannata. Caddero comignoli e tegoli e si aprirono muri, ma senza gravi conseguenze per la stabilità degli edifizi, a Cairo Montenotte, Rocchetta Cairo, Dego, Piana e Spigno e non rimase immune la stessa città d'Acqui, quantunque lontana dall'area mesosismica.

La scossa parve fortissima a Moncalieri, Alessandria e Torino, assai forte a Pavia, Milano, Cremona e probabilmente in altri punti intermedi fra questi. Danni più o meno lievi furono segnalati a Torino, Alessandria e Cremona.

Dati complessivi.

Dagli atti della commissione istituita dal Governo per dar pareri intorno all'applicazione della legge 31 maggio 1887 pei danneggiati dal terremoto, risulta che nella provincia di Porto Maurizio si ebbero a lamentare rovine o guasti più o meno gravi in 68 comuni del circondario omonimo e in 38 del circondario di San Remo. L'importo dei danni fu stimato dagli ufficiali del Genio civile in lire 6 790 832 pel primo circondario e in lire 6 337 180 pel secondo. Nella provincia di Genova, il numero dei comuni danneggiati sarebbe, secondo la mede-

sima fonte, di 37 e l'ammontare delle spese necessarie alle riparazioni o ricostruzioni raggiungerebbe lire 2 281 830 per soli 29 comuni, esclusi cioè quelli di Savona, Albenga, Bormida, Casanova Lerrone, Massimino, Orco Feglino, Segno e Zuccarello pei quali manca il computo.

A Savona i proprietari che invocarono anticipazioni per rifabbricare o risarcire le loro case a norma della legge del 31 maggio 1887 sono 124, e la somma da essi richiesta ascende a lire 1 052 387. Ad Albenga, si trovano nello stesso caso 158 proprietari e chiedono lire 469 324.

Si avverte che tanto le cifre suesposte, relative alla stima dei danni sofferti dai singoli comuni, quanto quelle che indicano l'importo complessivo delle richieste fatte dai proprietari non danno e non possono dare che un criterio approssimativo per apprezzare l'entità del disastro nei singoli punti. Difatti, non è da aspettarsi una valutazione precisa, laddove intervengono elementi di giudizio disparatissimi, diversi secondo i tempi e secondo i luoghi, e laddove sono impegnati eziandio gravi interessi economici. Oltre a ciò, nelle cifre di cui sopra non sono compresi i danni cagionati ai pubblici edifizi, alle chiese ed ai fabbricati degli enti morali. [1] In ordine alla provincia di Cuneo e al Nizzardo, mi mancano fin qui documenti particolareggiati.

Per quanto concerne le conseguenze del disastro in ordine alle persone, ho già accennato, comune per comune, al numero dei morti e dei feriti. In complesso, furono 258 i morti e 269 i feriti nel circondario di Porto Maurizio, 339 i morti e 205 i feriti in quello di S. Remo. Nella provincia di Genova 33 i morti e 81 i feriti.

Forma ed estensione dell'area principale sismica.

L'area principale sismica, limitata convenzionalmente a quel territorio nel quale il terremoto fu disastroso, in cui cioè si verificò la rovina totale o quasi di qualche edifizio (area mesosismica di Mallet), ha una figura assai irregolare che si può paragonare all'ingrosso ad un triangolo inequilatero, di cui uno degli angoli, il più acuto, cadrebbe ad Albissola Marina, il secondo, meno acuto, a Nizza e il terzo, ottuso, nella valle del Tinea sopra Clans; rimarrebbe cioè circoscritta per

---

[1] Per la ricostruzione o riparazione di tali fabbricati furono concessi ai comuni tanti mutui per più di tre milioni.

un lato dal mare, per un'altro dal crinale delle Alpi Marittime fino al Tanaro, poi da quello dell'Appennino, [1] pel terzo, volendo scegliere un confine topografico, dalla valle del Varo, poi dal suo affluente Tinea; la sua direzione sarebbe adunque da S.O a N.E. La lunghezza di quest'area, misurata fra Nizza ed Albissola, è di circa 120 chilometri; la sua massima larghezza fra Clans e Nizza è poco minore di 35 chilometri. Si avrebbe quindi una superficie di circa 2000 chilometri quadrati.

Le cifre suesposte non esprimono però che le dimensioni approssimative della zona mesosismica, quale apparisce dalla distribuzione dei paesi rovinati dal terremoto. Se si consideri la zona o area mesosismica nel senso di quella che subì scosse più forti, indipendentemente dal criterio fornito dalla rovina dei fabbricati, essa zona si deve estendere necessariamente oltre il litorale nel fondo marino; ma naturalmente ci mancano per la porzione sommersa criteri positivi che ci permettano di circoscriverla. Tenendo conto dei fortissimi sussulti subiti da alcuni bastimenti che navigavano il 23 febbraio 1887 nelle acque liguri e del fatto che furono rigettati morti sulla spiaggia di Nizza pesci i quali vivono abitualmente a profondità non minori di un migliaio di metri, si può congetturare che oscillazioni non meno energiche di quelle subite dalla zona principale sismiea emersa e forse anche più si producessero fino ad una trentina di chilometri da Nizza al largo, verso sud-est. Sappiamo inoltre che l'estremità settentrionale della Corsica, e in ispecie la parte volta a nord-ovest, provò scosse gagliarde, non sufficienti però a danneggiar fabbricati.

Distribuzione dei massimi e dei minimi nell'area principale sismica.

Come avvertiva Meunier in una sua nota pubblicata nei *Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences*, [2] si danno nella zona litorale colpita dal terremoto alternanze di maggiore e minore intensità con massimi e minimi simetrici ai due lati di un punto medio. Così a levante e a ponente di Diano Marina, in cui il fenomeno produsse la catastrofe che tutti sanno, egli scrive, vi sono due tratti quasi immuni; altri due massimi si trovano poscia da una parte ad Alassio e dall'altra a Oneglia; quindi, si ha un altro punto gravemente colpito a Noli, che

---

[1] Ció, supponendo che l'Appennino incominci a levante del Colle di Nava.

[2] Séance du 14 mars 1887.

corrisponde a Mentone, e infine un terzo massimo a Albissola che ha il suo simetrico a Nizza. In questa osservazione, quantunque rimanga alquanto attenuata se si consideri la natura del suolo sul quale sono fondati i paesi e la orientazione dominante dei fabbricati nei paesi stessi, vi ha tuttavolta molto di vero e si spiega da taluni ammettendo che l'onda sismica si propagasse con una certa regolarità in ondulazioni i cui nodi ed internodi cadevano in punti simetrici. A me pare che i massimi suaccennati ripetano piuttosto la causa loro dalla interferenza di due o più scosse simultanee in direzione diversa, che si manifestarono, come si è veduto, anche in altro modo.

Circostanze naturali che influiscono sulla distribuzione dei danni.

Le differenze nell'entità dei danni subiti dalle città e villaggi dipendono non solo da differenze nell'intensità del fenomeno e dalla distanza dall' area principale sismica (o dall' asse o dagli assi sismici), ma ancora, come già notai per incidenza, dalla natura del terreno, dalla solidità delle costruzioni, dal genere dei materiali adoperati, ecc.

Si è veduto che in Liguria hanno principalmente sofferto i paesi fondati sulle alluvioni quaternarie, sabbiose e ghiaiose, sui conglomerati e sui sabbioni pliocenici. Ciò perchè le vibrazioni del suolo sembrano assai più esiziali agli edifizi quando si trasmettono attraverso a roccie sciolte o a depositi detritici. Osservazioni consimili si fecero in occasione dei terremoti della Giammaica (1692), della Toscana (1846), della Calabria e della Sicilia (1783-86), di Lisbona (1755), di Casamicciola (1881 e 1883) e poco addietro anche nello studio dei terremoti andalusi del dicembre 1884, come risulta dalla relazione magistrale di Taramelli e Mercalli, pubblicata dalla R. Accademia dei Lincei.

Il padre Bertelli attribuisce il diverso modo di comportarsi del suolo detritico o sciolto e del compatto o roccioso a che il primo, essendo eterogeneo, da luogo a rallentamenti nella propagazione delle scosse e quindi ad interferenze. Oltre a questa causa un'altra ancora, che forse è la principale, porge a senso mio spiegazione adeguata del fatto: le roccie sciolte o conglomerate sono cedevoli e non elastiche. Per conseguenza, le vibrazioni sismiche determinano in esse successivi spostamenti non temporari (come nelle masse rocciose salde), ma permanenti, che si trasmettono ai fabbricati. Intanto, col ripetersi delle

oscillazioni o col prolungarsi delle scosse, sommandosi in generale gli effetti dei piccoli spostamenti, le varie parti dell'edifizio strapiombano, cessano di trovarsi equilibrate e questo si sfascia.

A favore di questa interpretazione si possono addurre i fatti che quando il terreno sciolto è di poco spessore le rovine dei fabbricati sono generalmente più gravi e nei casi in cui il suolo risulta di due roccie o di due formazioni assai diverse l'una dall'altra, ma entrambe salde e compatte, non si verificano, in generale per tale contingenza condizioni peggiori del consueto.

Altra circostanza, alla quale si attribuisce con ragione una influenza, nel senso di concorrere ad accrescere le rovine provocate dal terremoto si è il collocamento dei paesi sopra una vetta, tanto più quanto è maggiore la sua acutezza e la sua elevazione. I disastri di cui furono teatro Baiardo, Castellaro, Castel Vittorio avvalorano questo apprezzamento, il quale, d'altronde, trova la sua spiegazione fisica nella nota esperienza delle aste vibranti. Anche la eccessiva inclinazione del terreno costituisce condizione dannosa per gli edifizi che vi sono stabiliti. A Ceriana, a Bussana, a Castellaro e altrove osservai che certe case poste sopra ripida pendenza avevano assai più sofferto di altre situate in piano. Tengo per fermo che la ragione di questo fatto si debba ricercare negli spostamenti permanenti, che si producono sotto l'azione simultanea delle vibrazioni sismiche e della gravità, nei materiali del terreno, spostamenti ben maggiori di quando il terreno stesso è piano o pianeggiante.

Influenza che taluni materiali e modi di costruzione ebbero sulla rovina degli edifizi.

Nella massima parte delle case che patirono maggiori danni pel terremoto del 23 febbraio, lungo la Riviera, il tetto è mal connesso alle mura e coperto di lavagne (laonde per effetto delle scosse e trepidazioni si scompagina e si sfascia), le mura maestre sono sottili, mal connesse fra loro e non fortificate negli angoli, le divisioni interne son fatte per lo più di mattoni o d'altri materiali pesanti; i piani, bene spesso in numero soverchio, sono divisi l'uno dall'altro da vôlte o da impalcature di legno, le scale sono come si suol dire *a stretta* e con scalini di pietra d'un sol pezzo, sostenuti ad una delle loro estremità.

Alcuni dei più lagrimevoli episodi del disastro di Diano Marina

sono dovuti alla cattiva costruzione delle scale sostenute da vôlte *rampanti*, e che perciò crollarono alla prima scossa.

A Savona la caduta dei palchi nelle case crollate in via Untoria si deve in gran parte alla vetustà dei travicelli di cui erano formati i palchi stessi; molti di questi travicelli erano inoltre tarlati.

A Diano Marina, le condotte dei camini contribuirono alla caduta di parecchie case, rendendo assai deboli i muri principali, in cui formavano ampia soluzione di continuità. Presso alcune di queste condotte, essendo le pareti loro sottili e forse non del tutto impervie, i travicelli dei palchi non potevano più adempiere al proprio ufficio perchè carbonizzati. Nella stessa città, quasi tutte le case sfasciate sono fabbricate con ciottoli della vicina spiaggia, cementati da poca e cattiva calce. A Oneglia si trovava nella medesima condizione la casa in cui soccombette il farmacista Capovilla e il prof. Demura.

A Baiardo e a Ceriana è pessima la pietra da costruzione, calcare argilloso che passa bene spesso allo scisto; ivi poi il cemento adoperato consiste in un misto di terra e di calce che adempie assai male al suo ufficio. La vôlta della chiesa di Baiardo, che sepellì tante vittime sotto le sue rovine, era fatta in parte della pietra summentovata, in parte di un travertino attuale assai terroso, e perciò poco tenace, in pezzi appena digrossati. Per occultare le irregolarità dipendenti dalla imperfetta preparazione delle pietre, la vôlta stessa era stata intonacata all'interno di un grossissimo strato di cattivo cemento, il quale ne accresceva il peso, senza aumentarne adeguatamente la resistenza.

La questione dei sistemi e delle pratiche da evitarsi e da seguirsi nei paesi soggetti ai terremoti fu già ampiamente trattata da parecchi sismologi ed ingegneri in ispecie da Serpieri, De Rossi, Bertelli, Mercalli, Milne, Mallet, Giordano, Comotto per diverse regioni; i loro ammaestramenti si applicano in gran parte anche alla Liguria. Delle provincie liguri si occupò in modo speciale il Bertelli in varie sue memorie e segnatamente in una lettera pubblicata nella *Nazione* del 26 ottobre 1887. Questa lettera compendia quanto di meglio fu scritto e detto in proposito.

Suggerimenti pratici d'ordine tecnico ed amministrativo.

Dal complesso delle osservazioni altrui e delle mie proprie desumo i suggerimenti qui appresso trascritti da seguirsi nelle provincie liguri acciocchè i nuovi edifizi, oltre ai requisiti di durata che si richiedono nelle condizioni normali, possiedano anche quel grado di stabilità che è necessario per resistere a fortissime scosse di terremoto.

In prima, sono necessarie buone fondazioni e ove non riposano sulla roccia viva, conviene che si pongano a profondità maggiore.

Occorre che sia fatta una scelta diligente dei materiali da costruzione; le pietre debbono essere squadrate e voluminose, massime nelle cantonate. Le migliori sono in Liguria: i calcari marnosi del Genovesato, di Porto Maurizio, Taggia, S. Remo, ecc., i calcari nummulitici della Mortola, i calcari dolomititici di Sestri, Cogoleto, Spotorno e del Finalese, le arenarie e i conglomerati eocenici di Alassio, Laigueglia, Ospedaletti, Bordighera, gli scisti cristallini e gneiss antichi del Savonese, le quarziti e i calcescisti di parecchie località, la pietra di Finale (miocenica) e la pietra di Cisano (pliocenica).

Sono meno buoni perchè facili ad alterarsi i conglomerati e le arenarie miocenici dei pressi di Celle, del Monte Giovo, delle Langhe, della valle del Tanaro, ecc., e sopratutto le arenarie e i conglomerati del pliocene di Ventimiglia, Albenga, ecc.; poco opportune eziandio perchè fanno presa imperfetta col cemento le serpentine e le eufotidi. Ad ogni modo, sono da scartarsi assolutamente i ciottoli anche voluminosi. La sabbia non deve essere troppo fina ne terrosa e se proviene dal mare è necessario che sia accuratamente lavata per toglierle il salmastro.

È esiziale il costume di spegnere la calce coll'acqua marina e di unire la calce stessa a terra.

Fa d'uopo che i muri perimetrali sieno ben collegati fra loro e non presentino aperture troppo numerose e troppo ampie.

Il P. Bertelli osserva che sarebbe anche da proscriversi l'uso di innalzare prima i muri perimetrali, poi, senza alcun addentellato con essi, ma solo a combaciamento, i muri divisori; molti di questi infatti, che non erano lateralmente connessi agli altri, caddero, nelle città della Riviera, durante il terremoto del 1887.

È pure da raccomandarsi la prescrizione di munire le porte e le finestre di travi di ferro ad architrave, vuoi per dare un migliore so-

stegno alle parti superiori dell'edifizio, vuoi per offrire un pronto riparo agli abitanti, durante le scosse. Ad ogni modo, sono da evitarsi gli architravi di lastre sottili di pietra e in ispecie di lavagna. Gli scalini vogliono essere di un pezzo solo e profondamente incassati nel muro, meglio ancora, secondo l'uso toscano, introdotti per la loro testata nel muro stesso per tutta la sua grossezza durante la costruzione. È utile che le scale bilaterali sieno appoggiate ad un muro intermedio. Le scale comuni *a collo* o *a pozzo* possono essere rinforzate con molto vantaggio mediante travi di ferro o catene a sostegno delle rampe.

Se non sono da proscriversi assolutamente le volte, convien limitarle al primo piano ed assicurarle con chiavi di ferro.

I sistemi d'impalcatura da prescegliersi sono quelli a travi di ferro *(longarine)* paralleli.

Sono anche opportuni i travi di ferro che sostengono voltini di mattoni a piccola corda. In ogni caso, giova che i travicelli o mezzoni sieno fra loro riuniti a coppia con una traversa a guisa di catena e ciò a sufficienti intervalli.

I tetti, invece di riposare direttamente sulla testa dei muri maestri e divisori senza collegamento di sorta, debbono essere collocati, sopra puntoni o cosciali, arcali, ecc., e ben connessi col rimanente dell'edifizio; ne si debbono risparmiare le inmorsature e le leghe d'angolo.

Nelle coperture, alle lavagne adoperate in quasi tutta la Liguria, è preferibile l'uso delle tegole, in ispecie di quelle alla foggia di Marsiglia. È desiderabile che i fumaiuoli, le guglie, i vasi decorativi collocati sopra i tetti sieno saldamente assicurati ai tetti medesimi, mercè staffe di ferro o altro artifizio; similmente, vogliono essere curati gli incastri delle mensole che sorreggono balconi e gallerie, nonchè le attaccature dei cornicioni e degli ornati in stucco sporgenti dalle facciate.

In complesso, bisogna aver presente, nell'innalzare una fabbrica in territorio soggetto ai terremóti, che essa abbia a comportarsi, rispetto alle vibrazioni sismiche, a guisa di un corpo unico, che cioè le sue varie parti, piani, ali o compartimenti, quantunque diversamente contesti in ordine alla disposizione e natura dei materiali, abbiano a vibrare sincronicamente e simetricamente come se costituissero un solo pendolo composto.

Pur troppo i precetti edilizi dettati dagli ingegneri e dai sismologi, per rendere meno esiziali gli effetti dei terremoti, sono destinati in Liguria, come in molti altri paesi in Italia e fuori, a rimanere sterili voti.

Se sotto l'impressione degli immani disastri cagionati da insoliti e violenti scuotimenti del suolo si formano propositi di riforme edilizie, si escogitano provvedimenti allo scopo di rendere in avvenire meno micidiali e meno rovinosi i terremoti, passato il pericolo o piuttosto cessato lo spavento, i propositi sono dimenticati e le regole consigliate dalla prudenza non sono più osservate.

La ragione di questo fatto si è che l'attuazione dei migliori precetti edilizi, l'osservanza dei saggi provvedimenti suggeriti dall'esperienza, in vista dei terremoti, richiedono gravi sacrifizi da parte dei privati, da parte dei comuni e delle provincie e a questi mal volentieri si assoggettano gli interessati, allorchè si tratta di preservarsi di un danno incerto, remoto, o che ricorre per lo meno ad intervalli indeterminati.

Come indurre i proprietari a rinnovare le loro case da capo a fondo o a consolidarle mercè opere dispendiose, solo perchè non sono conformi alle norme dell'edilizia sismologica? Come ottenere che, nell'edificare nuove case, sieno prescelte certe aree sotto altri aspetti meno convenienti, solo perchè taluno le reputa meno acconcie dal punto di vista dei terremoti? Come sperare che si abbandonino i più noti ed economici sistemi di costruzione, consacrati dall'uso per adottarne altri più costosi raccomandati in vista delle commozioni telluriche, per buona ventura tanto infrequenti nel nostro paese?

Anche ammettendo che i prudenti consigli dei tecnici fossero ora ascoltati da molti, è certo che per ragioni facili ad intendersi la loro benefica influenza si estenderebbe solo ad una infima parte delle città e dei villaggi minacciati dal flagello e ad ogni modo andrebbe poco a poco dileguandosi pel lento degradarsi degli edifizi nuovi e per la vetustà crescente negli antichi.

Per tali riflessi, mi pare opportuno chiudere questa mia disquisizione colla proposta di un provvedimento d'ordine generale applicabile alla Liguria ed alle altre provincie italiane, inteso non già ad evitare che i violenti terremoti abbiano a risultar disastrosi (raggiungere un simile intento non mi par possibile), ma a far sì che, verificandosi terremoti siffatti, non possano dar luogo allo spaventevole eccidio avvenuto a Casamicciola nel 1883 e in Liguria nel 1887.

Per brevità riassumo la mia proposta in uno schema di decreto che io vorrei fosse emanato dal Ministero dell'Interno.

« Ogni decennio una commissione di tre tecnici nominati dal Prefetto della provincia visiterà gli edifizi pubblici di ciascun comune della provincia, cioè chiese, scuole, ospedali, teatri ed alberghi.

« Gli edifizi riconosciuti dalla commissione pericolosi, in caso di terremoto, per vetustà o difetto di costruzione, saranno immediatamente chiusi.

« Quando però i comuni, i corpi morali o i privati cui spetta abbiano provveduto ai lavori di consolidamento o di riparazione reputati necessari, potranno provocare, una seconda visita della commissione, e questa, ove ravvisi cessato il pericolo, revocherà l'ordine di chiusura. »

La memoria della recente catastrofe di Baiardo, di Bussana, di Castellaro rende superflua ogni spiegazione, ogni giustificazione di questa proposta.

Un provvedimento analogo potrebbe essere adottato dai municípi rispetto alle case dei privati, ma incontrerebbe indubbiamente grave opposizione e nell'atto pratico, forse anche ostacoli insuperabili.

Non essendo questo attuabile, affine di invitare gl'inquilini a diffidare delle case mal sicure, gioverebbe la pubblicazione in ciascun comune di un elenco di quelle riconosciute tali (dal punto di vista dei terremoti) da una commissione tecnica governativa.

Ad ogni modo, sono d'avviso che riuscirebbe assai utile la diffusione larghissima nei territori più spesso visitati dalle agitazioni sismiche di una memoria nella quale fossero compendiati in forma popolare i precetti della edilizia sismica e suggerimenti da seguirsi in caso di terremoto, sia per diminuire il pericolo cui sono esposte le persone che si trovano nelle case mentre incomincia una scossa o una serie di scosse, [1] sia per tentare nelle migliori condizioni il salvamento di coloro che fossero rimasti sepolti sotto le macerie. Gioverebbe, eziandio, che in ogni centro di popolazione di qualche importanza fossero anticipatamente ordinati i quadri di compagnie di soccorso, coi loro capi e sotto-capi, (come si usa per le guardie del fuoco), le quali avessero a prestar servizio, non solo in caso di terremoto, ma anche in occasione di altre disastrose contingenze da determinarsi.

Credo poi che merita di essere caldamente raccomandata la proposta del prof. De Rossi di una istituzione finanziaria permanente, la quale abbia per oggetto di provvedere i primi soccorsi a vantaggio dei danneggiati dal terremoto. [2]

---

[1] Come è noto la norma migliore per sottrarsi al pericolo al primo oscillare del suolo, si è di portarsi sotto il vano di una finestra o di una porta di muro perimetrale.

[2] Vedasi la lettera indirizzata dal predetto professore al giornale « Il Popolo Romano » riprodotta di poi nel « Bullettino del Vulcanismo » nel numero di ottobre-dicembre 1877.

Profondità dell' impulsione sismica.

In una recente memoria, che io considero come un modello di critica scientifica, il P. Bertelli ha dimostrato come il metodo immaginato da Mallet per determinare la profondità della impulsione sismica, metodo che ha per base il valore angolare degli spacchi o cretti prodotti in muri omogenei o in altre costruzioni opportunamente disposte, sia inefficace, perchè presuppone certe condizioni che sono affatto ipotetiche. Egli diede pure le prove della fallacia del metodo cronometrico usato da von Seebach e da von Lasaulx, fondato sull'ora d'arrivo della scossa nei diversi punti e ciò pur prescindendo dalle difficoltà di applicazione che sono grandissime.[1] Infine, malgrado l'autorevole avviso di Fouquè, dichiarò reputar più incerto ancora degli altri il sistema di Falb, che consiste nell'apprezzamento del tempo trascorso fra il rombo sotterraneo e l'oscillazione del suolo in un dato punto.

Inutile lo esporre le dimostrazioni addotte, che non saprei riferire in termini più stringenti ne riassumere con maggiore efficacia. « Pertanto, scrive il chiaro autore, ed io mi associo pienamente alla sua conclusione, considerando tutte le molteplici cause d'interferenza e di trasformazione di moto, che fin quì ho accennate, e che hanno luogo tanto alla superficie che nelle profondità del suolo, a me pare che la determinazione del centro sismico sia un desiderato della scienza e che questo problema per ora non si possa nemmeno approssimativamente risolvere nè col metodo di Mallet nè col metodo cronometrico. »[2]

Aggiungerò ancora in proposito che nel caso del terremoto ligure non solo sono incerti e inapplicabili i detti metodi per le ragioni addotte dal Bertelli, ma, di più, in questo terremoto, essendo provato dalla distribuzione geografica della città e villaggi danneggiati, che non si ebbe un solo radiante sismico, e che ve ne furono almeno due e due almeno furono, eziandio, le aree principali sismiche (in gran parte però compenetrate e confuse), l'orientazione degli spacchi, l'istante in cui giunsero le vibrazioni nei singoli punti e l'intervallo verificatosi in

---

[1] Circa la esposizione dei metodi precitati, si può consultare con profitto l'operetta del capitano L. Gatta intitolata: *Sismologia*. Milano, Hoepli, 1884.

[2] *Sopra una memoria dei professori Taramelli e Mercalli*: *I terremoti andalusi*, pag. 9.

diversi luoghi fra la percezione del rombo e quella della scossa provengono da un complesso intricatissimo di circostanze, e perciò non sono suscettibili di porgere alcun criterio preciso per la determinazione del centro o del punto di partenza interno dell'urto sismico.

Se i vari criteri adottati dagli autori per la determinazione del centro d'impulsione si mettono in opera, senza pretendere di ricavarne dati numerici, ma solo per dedurne una indicazione assai generale ed ipotetica, si giunge alla conclusione che il punto di partenza delle oscillazioni che agitarono il 23 febbraio 1887 il suolo della Liguria era assai profondo.

La violenza della scossa sopra un'area estesa dalla superficie dipende principalmente da due circostanze essenziali; cioè dalla energia dell'urto iniziale e dalla distanza dal punto o dai punti interni in cui questo urto si produsse primamente. Nel caso presente, la scossa non fu violentissima poichè non cadde un solo muro fabbricato secondo le regole d'arte e non si ebbero esempi di proiezioni paragonabili a quelle dei terremoti ricordati per la loro straordinaria violenza. D'altra parte, l'area colpita con violenza relativa è assai estesa; inoltre, si osservano in essa punti colpiti con diverso grado d'intensità indipendentemente dalla natura del suolo, punti non già regolarmente distribuiti intorno ad un epicentro o degradanti regolarmente da un punto medio verso le due estremità di un asse, ma alternanti lungo il litorale da una parte, e dall'altra in una zona, la quale, dirigendosi verso l'interno, attraversa le Alpi Marittime. In paragone di ciò che si è verificato in altri terremoti, si osserva, eziandio, che alla periferia dell'area sismica le oscillazioni furono, come è naturale, di forza decrescente quanto più lontane da essa, ma decrescente con straordinaria lentezza, permodochè in varie località della Svizzera, ad oltre 400 chilometri dalle città atterrate in Liguria rimasero fermi per la scossa parecchi orologi a pendolo.

Da tutte queste considerazioni è lecito argomentare che le impulsioni ebbero origine da una regione piuttosto profonda.

Interpretazione del fenomeno.

Legittimità di questa ricerca. — Dopo un lungo periodo di tempo durante il quale fra noi si concludeva e si spiegava senza osservare, è nata una reazione per la quale gli studiosi si sono fatti quasi una legge di osservare senza concludere, senza spiegare.

A forza di promuovere il metodo analitico, abbiamo scacciato la sintesi. Si descrive, si indaga, si enumera, si anatomizza, si analizza e poi basta. Se alcuno, sia pure timidamente, sia pure colla maggiore cautela, si arrischia a proporre una interpretazione, emette una ipotesi vien messo al bando come un reprobo. È un osservatore superficiale un falso scienziato. Fatti, ci si chiedono, sempre fatti!

A che vale, nel campo della fisica terrestre, la faraggine di fatti previamente registrati nelle voluminose raccolte delle pubblicazioni accademiche, se non interviene la teoria a discuterli, ad aggrupparli, per farne scaturire la interpretazione più legittima?

Vogliamo forse lasciare ai posteri il cómpito di cogliere il frutto dalle piante che abbiamo coltivate? E sappiamo noi se i posteri si appagheranno delle nostre osservazioni? Se non saranno in possesso di mezzi d'indagine più esatti e più pronti dei nostri?

In effetto codestò orrore della ipotesi è intolleranza generata, come tante altre, dall'abito della mente di aggirarsi in un campo ristretto e forse è un mezzo di allontanare dal santuario chi si mostra meno ossequente alla parola del sacerdote. Per me, mi ribello a questa legge e in nome della scuola italiana, della scuola di Galileo, di Redi e di Spallanzani, rivendico pel naturalista il diritto, anzi il dovere, di trarre dalle sue ricerche le deduzioni che sono del caso.

Importa bensì, perchè nell'interesse della scienza non venga confuso il certo coll'incerto, che le semplici ipotesi e le dubbie interpretazioni vengano presentate per quello che sono e non altrimenti. E su ciò credo utile di insistere energicamente.

Premesse queste dichiarazioni, eccomi ad esporre le conclusioni del mio lavoro, conclusioni quali sicure, quali solamente probabili od ipotetiche.

Esame di varie ipotesi.

Sarebbe superfluo lo esporre le ragioni per le quali non si può ammettere che il terremoto ligure sia stato provocato dall'aprirsi di nuovi spiragli vulcanici o dal risvegliarsi di una attività vulcanica sopita. Che manchino a questo fenomeno tutti i caratteri di una manifestazione eruttiva, di un *terremoto vulcanico* propriamente detto apparisce ad ogni occhio veggente.

La circostanza che nell'area principale sismica affiorano roccie vulcaniche, cioè le andesiti del Capo d'Aglio (per verità in minime proporzioni) e che, poco lunge, nei pressi di Antibo, Villeneuve, Biot, ecc., si danno ingenti masse di tali roccie, ha suscitato in alcuno, e in me stesso, il sospetto che il terremoto ligure fosse da ascriversi al novero dei *perimetrici*. Dopo matura riflessione, ho creduto di dover respingere una simile congettura per le considerazioni seguenti:

Il vulcanismo ha cessato di manifestarsi in Liguria ed in Provenza da tempi remotissimi, fin dallo scorcio del periodo eocenico. La mancanza assoluta di fumaruole, mofete e sorgenti termominerali, nelle adiacenze degli antichi spiragli vulcanici, dimostra che questi sono pervenuti allo stadio della completa estinzione. Le località in cui sono più sviluppate le formazioni vulcaniche, come i dintorni di Antibo e di Biot, sembrano men soggette ai terremoti che non il litorale ligure tra Porto Maurizio e Nizza, nè si osservano colà traccie di recenti straordinari bradisismi, i quali in alcune località, come a Pozzuoli, assumono i caratteri di fenomeni vulcanici secondari.

Conviene notare, tuttavolta, che tre giorni prima del terremoto ligure furono scosse da terremoto ben sensibile le falde dell'Etna e parte della Sicilia. Di più, si è osservato dal padre Denza e da altri, che anche i terremoti subiti dalla Liguria occidentale nel 1818 e nel 1828 furono preceduti e quasi presagiti da terremoti siciliani. Infine, fa pure d'uopo ricordare che dopo gli scuotimenti disastrosi del marzo e maggio 1831, di cui tanto ebbero a soffrire Taggia, Bussana e Castellaro, sorse nel Mar di Sicilia l'isola Giulia (giugno e luglio) e che nel gennaio e nel febbraio dello stesso anno si erano sentite scosse forti e numerose in Sicilia e nell'Italia meridionale.

In tutto ciò io vedo qualche cosa di più che una coincidenza puramente accidentale; ma il modo più semplice e razionale di spiegare la connessione non è già, a parer mio, di attribuire ad una causa

unica i fenomeni vulcanici e sismici della Sicilia e della Liguria; sibbene di ammettere, a titolo d' ipotesi, s' intende (fino a che non si producano argomenti positivi a favore di una interpretazione diversa) che i terremoti siciliani, indubbiamente vulcanici (almeno per la massima parte), propagandosi fino alla Liguria, determinarono o favorirono, in questa regione quelle rotture d'equilibrio che si traducono poscia in rapide oscillazioni del suolo.

Acciocchè l' interpretazione dei terremoti, per quanto ha tratto alla origine e alle cause loro, cessi dall'aggirarsi nel campo delle ipotesi e delle congetture, è mestieri innanzi tutto che i movimenti rapidi o subitanei della corteccia terrestre si considerino non più come fenomeno unico, ma come manifestazioni di fenomeni fra loro essenzialmente diversi, conviene che non si attribuiscano ai terremoti in genere le connessioni, le coincidenze, le leggi pertinenti ad una singola categoria di essi.

Un masso che cade dall'alto sul suolo, una mina che esplode, un treno che corre sopra una via ferrata, una ondata che si frange sulla spiaggia, fanno tremar la terra tutto all' intorno e gli edifizi che essa porta; ma, mentre è comune l'effetto, mentre nei tre casi le oscillazioni si propagano secondo la medesima legge e nella stessa guisa, ognun vede quanto differisca il fattore primo del movimento. Orbene, i veri terremoti dipendono, io credo, da cause altrettanto diverse e non si riuscirà a penetrarle se non collo stabilire numerose distinzioni ed coll' eliminare le conclusioni troppo generiche.

Ripudiamo assolutamente l' ipotesi secondo la quale il terremoto sarebbe suscitato da contingenze astronomiche. Senza negare il ripetersi di alcune coincidenze segnalate da Perrey, J. Schmidt, Falb ed altri, noi potremmo tutt'al più ravvisare in esse l'indizio che in determinate posizioni del sole e della luna rispetto al globo la potenza attrattiva di tali astri, raggiungendo il massimo, favorisca la reazione che gas e liquidi imprigionati sotto la corteccia terrestre nei focolari vulcanici, esercitano sulla medesima e si traduca nel ripetersi con maggior frequenza delle agitazioni sismiche; ma ciò solo in certe regioni e in certe speciali circostanze. Ove e quando, infatti, si è verificata nei movimenti del suolo la periodicità, la regolarità delle contingenze sideree?

Dobbiamo ammettere invece il concetto propugnato da insigni geologi, secondo i quali le cause del terremoto ligure sarebbero da ricercarsi nella tensione dei gas o vapori premuti sotto la corteccia terrestre, tensione manifestatasi od almeno accresciutasi repentinamente per effetto di circostanze estrinseche od intrinseche?

Se così fosse, a noi pare che l'area in cui il terremoto fu disastroso sarebbe stata circolare e non allungatissima, che il fenomeno avrebbe dovuto avere un centro e non uno o più assi; che esso non si sarebbe ripetuto più e più volte con intensità decrescente, a brevi intervalli di tempo, ciò specialmente dopo copiose pioggie. [1]

Inutile aggiungere che il vapore o il gas, origine supposta di tanto conquasso, non si vide erompere da alcun punto dell'area sismica. Se prima e dopo il 23 febbraio fu notata da qualcuno la comparsa di vapori (la cui natura d'altronde non è ben accertata) e lo svolgersi di gas acido solfidrico, le proporzioni stesse del fenomeno, affatto inadeguate rispetto alla estensione e alla violenza del terremoto, ci dicono manifestamente che tali emanazioni sono effetti e non cause, che, al pari delle variazioni nel regime delle sorgenti e fontane, dipendono dall'aprirsi o dal chiudersi di sottili meati nella parte più superficiale della corteccia terrestre.

Eliminata in tesi generale una tale spiegazione, sarebbe ora ozioso il ricercare se avvenne sviluppo di gas o vapore provocato dalla penetrar di acque marine o d'altre nella zona interna calda o pure determinato dallo ascendere di roccie laviche incandescenti in cavità occupate già da sostanze liquide o solide suscettibili di passare allo stato di vapore. Sarebbe inutile lo investigare, eziandio, nell'ipotesi che a vapori o a gas preesistenti fosse da attribuirsi il fenomeno, per qual contingenza ebbe ad esaltarsi la tensione loro.

Non è il caso nemmeno di far intervenire all'uopo l'azione dissolvente delle acque circolanti sotterra, le quali, col produrre, a lungo andare, estesi vacui entro le masse rocciose, avrebbero poscia provocato il precipitar di quelle cui sarebbe mancato l'appoggio; d'onde schianti e vibrazioni più o meno violenti, secondo il peso delle masse rocciose distaccate, l'altezza della caduta, lo stato elastico dei terreni sottoposti che avessero subito l'urto.

Le caverne scavate dalle acque non son rare in Liguria, massime nel Finalese e nella valle del Neva, ma le esigue proporzioni loro sono incompatibili affatto col supposto di grandi scoscendimenti suscettibili di far sentire il proprio crollo ad intere provincie. Di più, esse son limitate a certe formazioni secondarie e terziarie e mancano affatto alle più antiche e profonde.

---

[1] Vedi alla pag. 130 il paragrafo relativo alle relazioni osservate tra i giorni piovosi e le scosse consecutive.

Ne tampoco reputo premio dell'opera il confutar l'ipotesi che l'agitazione tellurica del 23 febbraio fosse la conseguenza di una tempesta elettro-magnetica. Qual prova che si sia addensata nelle terre ligustiche straordinaria tensione alettrica? Dato che vi fosse stata, in qual modo avrebbe potuto risolversi in un terremoto? Forse che la lieve agitazione degli strumenti magnetici nel momento della scossa più energica e poco prima basta a giustificare siffatta connessione fra i due ordini di fenomeni? Per quella parte che non dipende da agitazione meccanica, mi pare che il turbamento dei magnetometri si possa agevolmente spiegare ritenendolo conseguenza di correnti secondarie generate dall'attrito di grandi masse rocciose in movimento.

E se in alcune località l'agitazione degli strumenti magnetici ha preceduto di pochi istanti la scossa più gagliarda, ciò si deve, nella pluralità dei casi, a che la corrente elettrica si propaga più rapidamente delle vibrazioni sismiche. D'altra parte, ove la perturbazione si è verificata qualche tempo prima del sussulto, parrà legittimo il sospetto che precedesse invece le altre scosse meno sensibili alla superficie, ma forse non meno importanti, dal punto di vista del lavoro meccanico compiuto nelle regioni profonde della corteccia terrestre.

Nel presentare alla R. Accademia dei Lincei una nota del dottore C. Chistoni intorno alla intensità magnetica in vari punti d'Italia, il prof. P. Tacchini avvertiva testè che le tre aree dell'Alta Italia nelle quali le cifre che esprimono questa intensità raggiungono un valore più alto corrispondono appunto a tre aree di massima attività sismica, a tre regioni, cioè, nelle quali si danno terremoti più frequenti e più disastrosi.

Coll'intento di rintracciare e di rendere più perspicue le supposte correlazioni tra i due ordini di fenomeni, il dott. Chistoni tracciò un abbozzo di carta magnetica facendo uso dei valori assoluti degli elementi del magnetismo terrestre da lui determinati in Italia a latitudini maggiori di 43° [1].

Apparisce nell'abbozzo suaccennato che uno dei massimi d'intensità cade nel Veronese, un altro comprende il territorio alpino situato sopra Pinerolo ed un terzo, rappresentato, però da una cifra meno alta, è situato immediatamente a ponente di Genova. È pure a notarsi che

---

[1] *Carta magnetica dell'Italia superiore e sua relazione colle aree sismiche* (Memorie degli Spettroscopisti italiani, vol, XVI, 1887).

una linea di grande intensità magnetica attraversa il Bellunese e un altra il Vicentino.

È assai probabile che tali coincidenze sieno affatto accidentali. Intanto giova osservare, per quanto concerne la Liguria, che il massimo d'intensità magnetica si trova a notevole distanza da quella parte della Riviera che è più spesso e più intensamente funestata da commozioni sismiche. Secondo ogni verosimiglianza, i valori della intensità magnetica subiscono influenze locali non lievi per effetto di certe masse rocciose.

Per non uscire dai confini della Liguria, io credo pur probabile che la cifra relativamente tanto elevata (13°.49′) ottenuta dal signor Chistoni per la declinazione nel territorio d'Arenzano, in cui si trovano ingenti masse di serpentine antiche e lehrzoliti, ricche di ferro magnetico, si debba appunto a siffatte roccie.

L'azione delle roccie ofiolitiche sull'ago calamitato fu avvertita con semplici bussole da tasca al Monte Reisa, sopra Voltri, e al Monte Penna, sopra Chiavari. Fin dal principio del secolo, si osservarono in mare, lungo il litorale della Riviera di Ponente di contro a Pegli, perturbazioni nelle bussole marine e furono attribuite dal Viviani alla sabbia di ferro titanato magnetico di cui è sparsa la spiaggia.

Ipotesi tectonica.

Eliminate così talune delle cause principali alle quali si sogliono attribuire i terremoti, una ne rimane per la quale non sappiamo trovar valevole motivo d'esclusione ed anzi quanto più meditiamo intorno ad essa e tanto maggiori ci sembrano le probabilità per ritenerla sotto ogni aspetto plausibile.

Il territorio flagellato dal terremoto è uno di quelli nei quali le oscillazioni lente del suolo furono più grandiose ed anche al presente esercitano, a quanto pare, una azione potente. Se avvenne, come credo d'aver dimostrato, che in tempi recenti si inabissassero le vallate della Liguria a ben 1450 metri sotto il livello del mare, si sollevassero sedimenti marini a 550, si formassero ingentissime pieghe nelle masse pietrose di cui risulta il suolo della Liguria e dei territori limitrofi, è chiaro che per effetto dei bradisismi, tuttora attivi e di cui ho segnalate le traccie, queste pieghe sono ancora sottoposte ad enormi pressioni e deve pur succedere, da quando a quando, che la resistenza loro

sia vinta e si producano rotture, d'onde, per l'elasticità delle roccie, scuotimenti e vibrazioni disastrosi.

La prova principale di siffatta interpretazione la desumo da che il terremoto si propagò principalmente entro un'area assai sviluppata in lunghezza, manifestandosi con intensità quasi uguale in punti assai lontani distribuiti lungo la stessa linea.

Assi sismici.

Si è veduto che la prima forte scossa del 23 febbraio si sentì (secondo le maggiori probabilità) prima a Mentone, poi, successivamente, a levante e a ponente di questo punto; ma, mentre nella prima direzione il crollo fu in varie località del litorale fino ad Albissola, violentissimo, e per certe (a Oneglia, a Diano Marina, a Alassio) più forte che a Mentone, verso ponente, non si fece sentire con grande intensità che a Nizza e più innanzi parve relativamente lieve. Orbene, da ciò risulta evidentemente che la forza impellente non si propagò lungo la Riviera da un centro, ma da un asse verosimilmente lineare. Osservando sulla carta la posizione rispettiva dei punti in cui il terremoto ebbe conseguenze disastrose, non si può a meno di ammettere che l'orientazione di quest'asse sia da sud-ovest a nord-est. Riguardo alla situazione del medesimo, sono possibili le ipotesi seguenti:

1° o l'asse è tutto compreso nella terra emersa;

2° o passa pel fondo marino e pel litorale;

3° o è tutto compreso nel fondo marino.

Supponendo che l'asse sia rettilineo e che la sua lunghezza sia equivalente alla distanza tra i due punti estremi più intensamente colpiti, cioè fra Albissola e Nizza, esso passerebbe necessariamente, nel primo caso più o meno lontano dal mare, ma sempre a maggior distanza dalle città crollate di Diano Marina e Oneglia, collocate sopra una convessità risentita della costa, che da Savona. Finalmarina, Mentone, Monaco, assai meno danneggiate e collocate entro insenature. Ognun vede come il supposto sia in contraddizione coi fatti. Anche la seconda ipotesi è poco plausibile, perchè in tal caso l'asse dovrebbe tagliare la costa in due punti, più o meno distanti da Diano ed Oneglia, i quali avrebbero dovuto essere scossi con maggior violenza di queste due ultime città; ma tali punti non si manifestano in alcun modo col criterio degli edifizi guasti e crollati. La terza supposizione, secondo la

quale l'asse si troverebbe tutto sott'acqua, tenendo conto delle circostanze locali, si accorda assai meglio colle condizioni del fenomeno, quali sono indicate dalla distribuzione geografica delle rovine.

È facile comprendere, stando le cose in questi termini, come la convessità della costa, che accoglie Diano Marina, Oneglia, Porto Maurizio, dovesse trovarsi più prossima all'asse e dovesse subire per ciò con maggiore intensità l'azione degli scuotimenti.

Ma la distribuzione geografica dei paesi e paeselli che subirono maggiori danni (tenendo anche il debito conto della natura del suolo), dimostra che una forte impulsione si ebbe anche lungo una zona ben diversamente orientata, nella quale si trovano situate le valli superiori del Nervia, del Roia, della Vesubia e della Tinea. Questa zona accenna ad un secondo asse sismico diverso dal primo (lungo il quale, tuttavolta, le oscillazioni sarebbero state un po' meno gagliarde), asse diretto da nord-nord-ovest a sud-sud-est, che passerebbe per Mentone, Castellar, Castillon, il forte Barbonnet e più a settentrione fra la Bollène e Clans; oltre Mentone, verso mezzogiorno, esso si prolungherebbe alquanto nel fondo marino. Siffatto concetto è avvalorato dall'esame delle direzioni dominanti verificatesi nelle scosse più violente del 23 febbraio.

I due assi stanno ad indicare per me due fratture o, più probabilmente, due sistemi di fratture, formatesi simultaneamente nella parte profonda della corteccia terrestre e spiegano l'interferenza e la durata straordinaria delle scosse.

Secondo il signor G. Jervis, la regione scossa più fortemente dal terremoto sarebbe compresa in una area elittica con due epicentri situati tra le Alpi Marittime. Egli colloca l'asse del movimento fra l'Enchastraye (metri 2954), all'origine della Stura, e il Mediterraneo presso la Turbia, lungo una linea che, passando pel Mercantour (metri 3167), sarebbe orientata, nel primo tratto, da nord-nord-ovest a sud-sud-est per 42 chilometri, e nel secondo, da nord a sud per 44 chilometri. L'autore precitato non esclude tuttavolta la possibilità che l'asse si estenda verso il Monviso da un lato e nel fondo marino, per una certa distanza dall'altro. [1]

Come si vede da questo cenno, l'ultimo tratto della seconda linea assiale ammessa da Jervis si discosterebbe poco dal secondo asse supposto da me, il quale tuttavolta sarebbe diretto da nord-nord-ovest

---

[1] G. Jervis, *Delle cause dei movimenti tellurici e dei possibili ripari con riguardo speciale al terremoto alpino dell'anno 1887* (Il Filotecnico, Torino, 1887).

a sud-sud-est e passerebbe un po' più a ponente. Non intendo le ragioni che hanno indotto l'egregio scienziato ad accogliere l'ipotesi di due epicentri e a prolungare il suo asse a settentrione fino all' Enchastraye.

Il prof. M. S. De Rossi deduce dalle osservazioni proprie e da quelle del fu P. Serpieri che « coll'epicentro è sempre connesso un vero radiante sismico prescelto in una frattura principale, dalla quale poi la scossa si dirama in altre secondarie. Ciò apparisce, egli soggiunge, oltrechè dalla intensità e dalla forma sussultoria dei movimenti, anche dalla direzione delle ondulazioni. »

Nel caso concreto del terremoto ligure, il De Rossi pone il radiante sismico sotto il mare, lungo una linea poco lontana dalla costa e circa parallela ad essa e facente capo più o meno alla regione dei Chiavari, avvertendo che nei terremoti anteriori della regione sismica di cui si tratta si era verificato il medesimo fatto. Egli crede che, in conseguenza di ciò, l'onda principale ebbe le direzioni E-O e N-S e, dilatandosi nel continente per seguire l'asse dell'Appennino, principalmente quella da N.O a S.E e la sua normale N.E-S.O. [1]

Si è veduto come l'ipotesi di una frattura sottomarina quasi parallela al litorale della Liguria occidentale apparisse ai miei occhi assai legittima e razionale, ma come eziandio per me risultasse da sola insufficiente a spiegare la straordinaria intensità delle manifestazioni dinamiche del terremoto a settentrione di Mentone e di Nizza fino al cuore delle Alpi Marittime. È necessario perciò lo ammettere, come dissi, un secondo asse, una seconda frattura (o sistema di fratture) presso a poco normale alla prima.

L'affermazione che l'onda principale ebbe le direzioni E-O e N-S non mi pare conforme alla generalità dei fatti e tanto meno si può asserire, io credo, che la direzione generale dell'Appennino abbia esercitato una influenza palese sull'andamento delle scosse e queste abbiano seguito l'orientazione della grande catena e la sua normale.

L'influenza delle catene montuose sulle oscillazioni sismiche è ancora poco nota e affine di investigarla occorrerebbero esperimenti ed osservazioni che non furono ancora fatti. Nel caso presente, e per la complicazione stessa del fenomeno di cui tengo discorso e per la moltiplicità e la diversa orientazione delle pieghe ond'è costituito l'Ap-

---

[1] M. S. De Rossi, *Relazione a S. E. il Ministro d'Agricoltura Industria e Commercio* ecc. (Bullettino del Vulcanismo Italiano, anno XVI, n. 1-7, Roma, 1887)

pennino ligure, non siamo ancora in grado di rintracciare gli effetti di siffatta influenza.

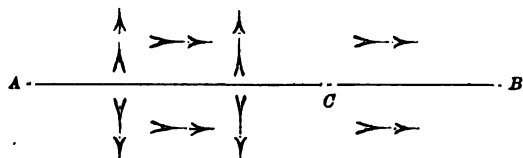
Rispetto alle condizioni dell'Appennino ligustico, basti ora ricordare che lungo la Riviera orientale, sopra Chiavari e Recco, è duplice e corre da N.O a S.E, che a ponente di Genova acquista direzione N-S nelle catene che limitano la Polcevera fino al Passo dei Giovi e di poi dal Monte Reisa al Colle d'Altare segue l'orientazione dominante N.E-S.O per assumere poscia, sotto il nome di Alpi Marittime da Ormea al Clapier, andamento normale al meridiano, presentando intanto numerose diramazioni e suddivisioni in ogni senso.

Tengo per fermo che le perturbazioni prodotte nell'andamento delle vibrazioni sismiche dalle differenze nella costituzione litologica del suolo e sopra tutto dalla orientazione degli strati debbono riuscire ben maggiori di quelle dipendenti dalla orografia.

Secondo il prof. De Rossi, il terremoto si produce adunque nella pluralità dei casi, lungo una frattura preesistente e sotto l'influenza di cause intrinseche le due labbra di esse oscillano l'una sull'altra. Tale sarebbe il caso della tempesta sismica del 23 febbraio 1887, la quale, se fosse vero il supposto, si potrebbe dire la ripetizione dei terremoti precedentemente sofferti dal medesimo territorio.

Mentre riconosco volentieri con De Rossi, Mercalli ed altri nella parte occidentale della Riviera di Ponente, in ispecie nel tratto fra Alassio e Mentone, una zona sismica sottoposta ad agitazioni frequenti, in confronto ai territori confinanti, non posso però ammettere che i terremoti da cui questa regione è colpita da quando a quando sieno propriamente la ripetizione l'uno dell'altro e che gli stessi punti debbono subire per necessità, in ogni parossismo sismico, le scosse più rovinose. Questo modo di vedere conduce alla conseguenza, a parer mio un po' esagerata, che le scosse forti di cui suol essere colpito un dato paese debbano aver sempre o quasi sempre la medesima direzione e che quindi convenga orientare gli edifizi nel paese di cui si tratta in guisa da presentare la maggior resistenza alle scosse così dirette. Non ammetto in altre parole che il terremoto sia generalmente subordinato, in una data regione, alla oscillazione delle labbra di una sola ipotetica frattura. Il riaprirsi di una antica frattura, chiusa e suggellata coll'andar degli anni da depositi acquei, deve dar luogo evidentemente ad uno schianto; ma per opera delle stesse forze che hanno provocato la sua formazione originaria e il suo riaprirsi, la frattura stessa può essere, io credo, prolungata in un senso o nell'altro

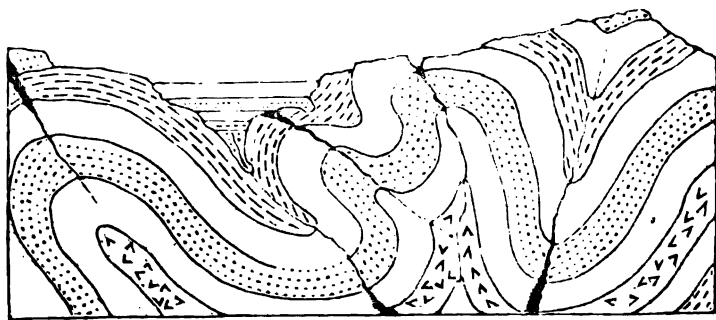
superficialmente ed anche in profondità e, nulla osta a che si biforchi, a che si divida in più rami diversamente orientati, a che sia intersecata da altre, e ciò con nuove e diverse scosse. La rete di filoni e di vene metallifere di cui è intersecato il suolo di certi distretti minerari vale a dimostrare quanto può verificarsi e quanto verosimilmente si verifica in alcune regioni sismiche. È certo ad ogni modo che ove la corteccia terrestre si ruppe una volta, si formeranno più facilmente nuove soluzioni di continuità.

Allorchè si produce uno spacco AB in una lamina resistente ed elastica, ma ad un tempo fragile, come sarebbe una lastra di vetro, hanno luogo oscillazioni energiche normali allo spacco, ai due lati di esso, e vibrazioni meno sensibili nel senso della rottura, vibrazioni che son dirette dal punto in cui questa ebbe principio verso il prolungamento della medesima, come indicano le freccie segnate nella figura qui appresso.

Se la frattura di cui si tratta, incominciata in A, non giungesse oltre il punto C, le vibrazioni longitudinali sarebbero lungo il tratto CB assai debolmente sentite, mentre, se preesistendo la frattura in AC, si prolungasse in CB, a causa di un nuovo urto o di una nuova pressione, è chiaro che si avrebbero le maggiori vibrazioni lungo quest'ultimo tratto. Quantunque dedotte da esperimenti assai imperfetti, queste regole sono pure indubbiamente applicabili alla corteccia terrestre e valgono a spiegare come in una stessa area sismica e nella direzione di una medesima frattura possano essere maggiormente colpiti dal terremoto punti diversi nei diversi parossismi sismici. Le fratture alle quali sono subordinati i terremoti si formeranno di preferenza ove le pressioni laterali si esercitano con maggiore energia, ove le pieghe sono più risentite, ove le masse rocciose son più dure e meno flessibili. Le formazioni antiche che subirono col volger dei tempi maggior somma di flessioni e contorsioni e che risultano generalmente di roccie cristalline saranno per ciò bene spesso intersecate dalle fratture e agitate dalle scosse. Per queste considerazioni, è ragionevole il supporre che le fratture alle quali accenna il terremoto ligure penetrano almeno fino alla zona del gneiss centrale, se pure non hanno origine più profonda.

Quanto alle linee lungo le quali produconsi di preferenza le fratture, debbon essere necessariamente le sinclinali e le anticlinali.

Nella Liguria occidentale si osserva presso S. Remo e Albenga un corrugamento con direzione predominante O.SO-E.NE, di cui si può apprezzare l'importanza nelle bellissime sezioni pubblicate dall'ingegnere Zaccagna. Le pieghe acquistano un andamento diverso nelle parti più orientali della Riviera e lungo il litorale del Nizzardo. Non è sicuro che l'asse sismico da me supposto lungo il litorale sia costantemente parallelo alle pieghe e tanto meno si può asserire che si prolunghi nella direzione di queste senza presentar spezzature per tutta la sua lunghezza, che stimo non minore di un centinaio di chilometri.

Dalle fratture con rigetto dei pressi di Saorgio e di Fontan, indicate nella mia mappa sismica secondo la carta geologica francese, si vede come, fino ad un certo segno, le soluzioni di continuità possano essere indipendenti dalle linee anticlinali e sinclinali.

Ammettendo che le fratture si producano di preferenza lungo tali linee, si deve pure argomentare che quando corrispondono ad un anticlinale incominciano dalla superficie e si propagano restringendosi verso l'interno, mentre allorchè corrispondono ad un sinclinale, incominciano dall'interno e si continuano, restringendosi, verso la superficie. In quest'ultimo caso, la formazione delle spaccature deve essere accompagnata da manifestazioni sismiche più estese e più energiche, perchè l'impulso proviene dalle masse rocciose più salde e più profonde. L'ispezione della sezione ideale tracciata qui appresso basta a dimostrare come le spaccature sinclinali, quantunque profondissime ed estesissime, possano tuttavolta non giungere all'esterno ed essere quindi invisibili alla superficie.

Fratture nei loro rapporti colla stratigrafia.

Ad ogni modo, reputo assai importante lo studio delle relazioni che si danno indubbiamente fra la genesi e il procedere del terremoto da un lato e l'andamento degli strati dall' altro.

Significato delle varie fasi del terremoto.

Le fasi della commozione sismica del 23 febbraio corrispondono perfettamente a quelle assegnate da Forel ai terremoti che egli denomina *orogenici*, *tectonici* o *tellurici* secondo altri. [1]

Egli distingue in essi:

1° « *Scosse preparatorie* », le quali, come si è veduto, non sono mancate così nella Riviera, come pure fuori dell'area principale sismica;

2° « *La grande scossa* » o scossa principale, che egli attribuisce molto opportunamente ad una frattura seguita da strisciamento; è quella che fu causa della catastrofe di Diano, Bussana, Baiardo e di tante rovine in Liguria e fra le Alpi Marittime.

3° « *Scosse consecutive* », per le quali vibra tutto o in parte il territorio già scosso dalla prima; scosse tra le quali Forel distingue due tipi, cioè le *centrali*, dovute ad un fenomeno di successivo assettamento nel territorio dell'area sismica principale e le *sporadiche*, dipendenti da piccoli movimenti locali, provocati nelle masse rocciose dalle nuove condizioni d'equilibrio, che conseguono dalla prima scossa.

Le une e le altre si produssero evidentemente dopo la prima scossa delle 6.22' del 23 febbraio ed abbiamo dimostrato che dall'11 marzo in poi furono quasi sempre determinate od almeno favorite da pioggie o nevi copiose. In alcuni casi si verifica forse una connessione tra queste scosse e le variazioni della pressione atmosferica, indipendentemente dalle pioggie.

Se è vero, come io credo, che nell'area mesosismica la corteccia terrestre, in seguito alla scossa del 23 febbraio 1887, rimase attraversata da profonde fratture, forse da sistemi di spaccature [2], il suolo della Liguria dovette trovarsi allora nella condizione di una frana im-

---

[1] Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, séance du 21 mars 1887.

[2] Le soluzioni di continuità corrispondenti agli assi sismici forse in parte preesistevano al terremoto, ma le pareti loro si erano più o meno riunite per l'azione cementante delle acque.

mane; in altre parole, parte delle grandi masse rocciose che lo costituiscono acquistarono una posizione di equilibrio instabile. Bastava quindi che si alterassero anche lievemente i rapporti statici rispettivi di queste masse rocciose perchè si producessero nelle medesime nuovi movimenti accompagnati da scosse e tremiti. Siffatte considerazioni, applicabili ad ogni altro terremoto, forniscono una spiegazione plausibile dei rapporti misteriosi fra la frequenza dei tremiti del suolo e lo stato barometrico dell'atmosfera, quali furono palesati dalle statistiche di Mallet.

Carta sismica.

La mappa che va unita a questi appunti, e che ho corredata di opportuni segni convenzionali per lo studio del terremoto ligure, è parte di una carta topografica della Liguria e delle provincie limitrofe fatta eseguire dall'editore Donath per uso itinerario. Vi figurano le formazioni vulcaniche la cui distribuzione superficiale è desunta quasi esclusivamente dal foglio intitolato *Antibes* della « *Carte géologique détaillée de la France* » e dalla carta geologica del Nizzardo pubblicata da Caméré. Vi sono rappresentati eziandio i depositi pliocenici e quaternari, rispetto ai quali m'incombe l'obbligo di avvertire che furono rilevati da me sul terreno quelli della Riviera di Ponente e delle valli del Roia e del Varo, mentre altri, esistenti più ad occidente nel territorio francese, sono ricavati dalla *Carte géologique de France* di Carez e Vasseur (feuille XII, S.E) e dalla cartina delle vicinanze di Vence di E. Blanc. Dai rilievi dell'ingegnere Zaccagna, pubblicati nel 1887 e nel 1888, ho tolto i contorni di alcuni lembi quaternari delle Alpi Marittime e delle valli della Stura di Demonte e del Tanaro. Finalmente, per delimitare le aree plioceniche e quaternarie della valle di Scrivia, della valle dell'Orba e dei territori circonvicini ho consultato e messo a partito gli studi già, antichi, di C. Mayer e quelli recentissimi di F. Sacco *(I terreni terziari del Piemonte e della Liguria settentrionale)*. Noterò a questo proposito che ho impartito la stessa tinta, propria al pliocene, ai terreni riferibili ai piani piacentino ed astiano, nonchè al fossaniano e al villafranchiano di Sacco, quantunque, come già dissi da principio, io ritenga che parte dei depositi ascritti al villafranchiano appartengono propriamente al quaternario.

Le direzioni ed immersioni dominanti degli strati furono indicate coi consueti segni convenzionali. Non mi dissimulo peraltro che questi

segni sono in numero insufficiente e non danno che una imperfetta idea delle complicatissime pieghe e contorsioni del territorio rappresentato nella carta.

Alcune fratture accertate in vari punti sono pure accennate convenzionalmente;. ma di altre, meno note o poco sviluppate, manca l'indicazione.

Tra i molti punti in cui scaturiscono sorgenti minerali calde o fredde, non si sono segnati sulla carta che i principali, acciocchè la moltiplicità loro non avesse a generar confusione.

Le direzioni della prima scossa sono espresse graficamente per tutte le località comprese nella carta, in cui un osservatore degno di fede potè raccogliere in proposito indicazioni.

Le città, i villaggi, le frazioni di qualche importanza, più o meno danneggiati dal terremoto, figurano sulla carta con due maniere di segni convenzionali, corrispondenti alle due rubriche di quelli in cui gran parte degli edifizi fu rovinata e di quelli che subirono solo danni ingenti, ma senza rovina totale di alcun fabbricato.

I criteri che hanno servito a stabilire siffatta distinzione sono assai complessi e furono desunti, parte da osservazioni personali, parte dal numero delle vittime, cioè degli abitanti rimasti morti o feriti sotto le macerie (vedi Allegato II), parte dalle perizie ufficiali dei danni (vedi Allegati III e IV) a dall'ammontare delle somme chieste in prestito dai privati e dai comuni per rifabbricare o risarcire gli edifizi pericolanti. Le cifre relative a tali somme e all'importo dei danni subiti dai fabbricati, che provengono dalla commissione reale cui è affidata la ripartizione dei sussidi concessi ai danneggiati del terremoto, sono state messe a partito non già in modo assoluto, ma subordinatamente alla popolazione di ciascun comune.

Già esposi le considerazioni per le quali fui condotto ad ammettere pel terremoto ligure due assi sismici, corrispondenti a due fratture (o a due sistemi di fratture), due assi sismici che convergono e forse s'intersecano nel fondo marino al largo di Mentone. Nella carta è tradotto questo concetto con due linee punteggiate che indicano la posizione approssimativa dei due assi, supposti rettilinei. Non è però improbabile che in effetto le fratture corrispondenti agli assi sieno spezzate anzichè rettilinee.

ALLEGATI.

ALLEGATO I.

Medie decadiche delle altezze idrometriche del mare nel porto di Savona.

(Prospetto compilato dal professore G. Pittaluga).

ANNO 1882.

		9 ant.	12 merid.	3 pom.	
Gennaio 31,8	Decade 1ª.	50,7	47,2	38,9	(45,3)
	» 2ª.	27,0	25,3	18,7	(23,3)
	» 3ª.	28,5	27,5	24,7	(26,9)
Febbraio 34,4	Decade 1ª.	37,0	32,8	28,4	(31,7)
	» 2ª.	38,6	31,5	26,6	(32,5)
	» 3ª.	40,4	39,6	37,5	(39,1)
Marzo 44,2	Decade 1ª.	53,7	47,4	36,8	(45,9)
	» 2ª.	42,3	36,6	34,4	(37,8)
	» 3ª.	28,5	55,8	42,1	(48,8)
Aprile 42,5	Decade 1ª.	49,7	42,5	35,5	(42 8)
	» 2ª.	45,3	43,0	36,0	(41,4)
	» 3ª.	46,1	46,3	43,3	(43,3)
Maggio 43,7	Decade 1ª.	51,5	43,5	39,5	(44,8)
	» 2ª.	43,6	35,4	35,3	(38,1)
	» 3ª.	51,3	47,0	46,5	(48,2)
Giugno 43,3	Decade 1ª.	47,5	45,0	44,8	(45,7)
	» 2ª.	51,5	42,0	39,0	(44,1)
	» 3ª.	40,8	36,3	43,4	(40,1)
Luglio 49,0	Decade 1ª.	53,3	55,0	51,3	(53,2)
	» 2ª.	53,6	46,5	41,0	(47,0)
	» 3ª.	47,5	45,0	48,2	(46,9)
Agosto 46,3	Decade 1ª.	49,5	48,0	48,8	(48,7)
	» 2ª.	56,3	48,8	44,8	(49,9)
	» 3ª.	55,0	47,2	49,0	(50,4)

		9 ant.	12 merid.	3 pom.	
Settembre 58 1	Decade 1ª.	45,5	42,0	49,5	(45,7)
	» 2ª.	69,5	68,5	64,0	(67,3)
	» 3ª.	65,0	59,0	59,5	(61,2)
Ottobre 59,7	Decade 1ª.	52,5	53,0	57,5	(54,3)
	» 2ª.	61,0	61,0	56,5	(59,5)
	» 3ª.	65,0	66,3	65,4	(65,5)
Novembre 60,8	Decade 1ª.	53,0	56,5	61,0	(56,8)
	» 2ª.	63,0	66,5	62,0	(63,8)
	» 3ª.	64,5	61,0	60,0	(61,8)
Dicembre 54,9	Decade 1ª.	57,0	56,5	60,0	(57,8)
	» 2ª.	55,0	58,9	55,8	(56,6)
	» 3ª.	59,0	50,9	42,0	(50,3)

Anno 1883.

Gennaio 46,1	Decade 1ª.	46,5	41,5	40,7	(42,9)
	» 2ª.	53,8	60,0	55,8	(56,5)
	» 3ª.	42,5	41,8	32,7	(39,0)
Febbraio 30,7	Decade 1ª.	50,5	42,2	35,7	(42,8)
	» 2ª.	34,5	34,9	31,3	(33,5)
	» 3ª.	25,6	17,6	4,7	(15,9)
Marzo 43,8	Decade 1ª.	40,8	30,5	26,9	(32,7)
	» 2ª.	47,0	48,1	43,4	(46,2)
	» 3ª.	59,0	52.2	46,4	(52,5)
Aprile 35,5	Decade 1ª.	34,7	28 2	24,5	(29,1)
	» 2ª.	35,0	33 2	30,8	(33,0)
	» 3ª.	48,0	46,1	38,8	(44,3)
Maggio 41,9	Decade 1ª.	56,6	49,8	47,7	(51,3)
	» 2ª.	37,4	35,5	38,8	(37,2)
	» 3ª.	41,2	37,2	33,2	(37,2)
Giugno 37,6	Decade 1ª.	46,1	37,6	34,5	(39,4)
	» 2ª.	40,8	38,3	41,3	(40,1)
	» 3ª.	35,3	34,8	30,3	(33,4)

		9 ant.	12 merid.	3 pom.	
Luglio 37,6	Decade 1ª.	41,0	32,6	31,5	(35,0)
	» 2ª.	39,3	36,4	38,1	(37,9)
	» 3ª.	40,0	40,3	39,7	(40,0)
Agosto 33,8	Decade 1ª.	40,0	33,7	29,3	(34,3)
	» 2ª.	36,2	30,5	33,2	(33,3)
	» 3ª.	33,4	33,3	34,8	(33,8)
Settembre 41,7	Decade 1ª.	49,2	44,8	38,3	(44,1)
	» 2ª.	39,3	34,0	32,4	(35,2)
	» 3ª.	46,8	44,3	45,9	(45,7)
Ottobre 44,9	Decade 1ª.	53,0	51,0	43,6	(49,2)
	» 2ª.	44,6	40,6	39,2	(41,5)
	» 3ª.	44,0	43,2	45,5	(44,2)
Novembre 45,4	Decade 1ª.	48,3	52,8	50,2	(50,4)
	» 2ª.	52,2	47,4	44,2	(47,9)
	» 3ª.	37,3	36,5	40,3	(38,0)
Dicembre 41,8	Decade 1ª.	45,5	49,2	47,5	(47,4)
	» 2ª.	47,8	45,2	38,1	(43,7)
	» 3ª.	40,6	31,6	31,2	(34,5)

Anno 1884.

Gennaio 36,6	Decade 1ª.	39,8	36,0	36,8	(37,5)
	» 2ª.	38,3	36,5	26,4	(33,7)
	» 3ª.	42,7	39,3	34,3	(38,7)
Febbraio 32,3	Decade 1ª.	28,7	28,5	26,8	(28,0)
	» 2ª.	37,6	38,3	27,0	(34,3)
	» 3ª.	42,6	34,7	26,5	(34,6)
Marzo 34,3	Decade 1ª.	41,2	38,4	37,1	(38,9)
	» 2ª.	34,6	32,9	20,0	(29,2)
	» 3ª.	41,0	34,0	29,5	(34,8)
Aprile 50,2	Decade 1ª.	46,0	41,3	42,9	(43,4)
	» 2ª.	57,5	53,5	48,1	(53,0)
	» 3ª.	61,8	52,7	47,8	(54,1)

		9 ant.	12 merid.	3 pom.	
Maggio 38,2	Decade 1ª.	43,9	39,5	41,7	(41,7)
	» 2ª.	38,9	37,1	33,7	(36,6)
	» 3ª.	39,4	38,9	30,3	(36,2)
Giugno 43,1	Decade 1ª.	51,0	45,4	49,1	(48,5)
	» 2ª.	38,8	38,5	40,9	(39,4)
	» 3ª.	46,4	41,6	36,5	(41,5)
Luglio 39,6	Decade 1ª.	41,2	36,5	40,3	(39,3)
	» 2ª.	41,0	38,9	45,2	(41,7)
	» 3ª.	41,2	39,3	32,9	(37,8)
Agosto 41,3	Decade 1ª.	41,1	34,9	33,1	(36,4)
	» 2ª.	40,3	40,3	44,0	(41,5)
	» 3ª.	48,5	45,7	43,6	(45,9)
Settembre 40,7	Decade 1ª.	49,7	41,4	40,8	(43,9)
	» 2ª.	37,9	35,5	38,3	(37,2)
	» 3ª.	41,4	42,6	39,2	(41,0)
Ottobre 40,1	Decade 1ª.	45,5	40,9	36,8	(41,0)
	» 2ª.	39,7	36,2	39,2	(38,3)
	» 3ª.	41,0	41,0	41,4	(41,1)
Novembre 37,7	Decade 1ª.	37,8	35,7	29,1	(34,2)
	» 2ª.	38,9	33,7	32,5	(35,0)
	» 3ª.	40,3	45,5	46,2	(44,0)
Dicembre 43,8	Decade 1ª.	43,7	41,1	34,7	(39,8)
	» 2ª.	42,7	38,3	34,8	(38,6)
	» 3ª.	53,4	52,4	53,2	(53,0)

Anno 1885.

Gennaio 46,3	Decade 1ª.	45,5	48,3	39,0	(44,3)
	» 2ª.	59,0	55,2	44,8	(53,0)
	» 3ª.	43,3	43,0	38,7	(41,7)
Febbraio 46,1	Decade 1ª.	52,6	55,0	48,3	(51,9)
	» 2ª.	51,4	48,5	39,4	(46,4)
	» 3ª.	40,8	39,4	39,7	(39,9)

		9 ant.	12 merid.	3 pom.	
Marzo 40,8	Decade 1ª.	52,0	51,1	40,5	(47,9)
	» 2ª.	45,0	37,5	30,5	(37,7)
	» 3ª.	40,0	36,8	34,0	(36,9)
Aprile 41,9	Decade 1ª.	46,0	44,3	41,5	(43,9)
	» 2ª.	51,2	41,7	35,2	(42,7)
	» 3ª.	42,8	37,9	36,9	(39,2)
Maggio 43,9	Decade 1ª.	53,5	49,5	47,8	(50,2)
	» 2ª.	52,6	47,0	37,9	(45,8)
	» 3ª.	39,8	33,0	34,4	(35,7)
Giugno 36,2	Decade 1ª.	33,2	34,2	35,0	(34,1)
	» 2ª.	40,4	37,6	32,3	(36,8)
	» 3ª.	43,0	34,3	36,1	(37,8)
Luglio 38,2	Decade 1ª.	38,1	38,9	39,7	(38,9)
	» 2ª.	40,5	38,3	33,5	(37,4)
	» 3ª.	43,0	37,8	34,6	(38,4)
Agosto 47,1	Decade 1ª.	46,1	44,0	47,9	(46,0)
	» 2ª.	45,0	44,7	40,5	(43,4)
	» 3ª.	57,0	49,7	48,8	(51,8)
Settembre 45,8	Decade 1ª.	49,6	49,7	48,2	(49,1)
	» 2ª.	40,4	41,3	41,8	(41,2)
	» 3ª.	52,2	48,0	41,4	(47,2)
Ottobre 53,7	Decade 1ª.	46,0	43,5	46,3	(45,3)
	» 2ª.	56,2	56,7	57,8	(56,9)
	» 3ª.	61,3	59,8	56,1	(59,0)
Novembre 52,0	Decade 1ª.	48,3	43,4	43,2	(44,9)
	» 2ª.	46,7	49,0	49,6	(48,4)
	» 3ª.	64,5	64,8	59,3	(62,8)
Dicembre 43,4	Decade 1ª.	56,9	53,4	50,0	(53,4)
	» 2ª.	34,6	36,5	40,9	(37,3)
	» 3ª.	41,2	41,8	35,2	(39,4)

Anno 1886.

		9 ant.	12 merid.	3 pom.	
Gennaio 49,4	Decade 1ª.	51,8	45,8	39,8	(45,8)
	» 2ª.	51,8	45,8	39,8	(45,8)
	» 3ª.	58,6	57,9	53,2	(56,6)
Febbraio 39,2	Decade 1ª.	52,3	47,7	38,5	(46,2)
	» 2ª.	36,2	32,2	28,9	(32,4)
	» 3ª.	38,6	42,1	36,1	(38,9)
Marzo 38,6	Decade 1ª.	52,3	43,3	36,5	(44,0)
	» 2ª.	43,8	40,8	39,1	(41,2)
	» 3ª.	34,0	32,2	25,9	(30,7)
Aprile 36,7	Decade 1ª.	33 8	31,3	21,5	(28,8)
	» 2ª.	40,7	34,9	34,6	(36,7)
	» 3ª.	46,8	44,5	42,9	(44,7)
Maggio 33,3	Decade 1ª.	46,7	40,2	32,4	(39,7)
	» 2ª.	38,0	34,6	32,5	(35,0)
	» 3ª.	26.3	25,1	24,3	(25,2)
Giugno 35,7	Decade 1ª.	38,0	35,4	32,8	(35,4)
	» 2ª.	37,5	32,9	34,0	(34,8)
	» 3ª.	36,0	36,9	37,5	(36.8)
Luglio 37,3	Decade 1ª.	35,8	35,7	32,1	(34,5)
	» 2ª.	41,9	34,6	34,2	(36,9)
	» 3ª.	41,3	39,3	41,2	(40,6)
Agosto 41,8	Decade 1ª.	42,0	41,9	39,1	(41,0)
	» 2ª.	48,0	41,1	36,6	(41,9)
	» 3ª.	44,7	42,0	41,3	(42,7)
Settembre 40,6	Decade 1ª.	37,7	38,7	39,8	(38,7)
	» 2ª.	44,4	39,5	33,0	(38,9)
	» 3ª.	46,6	42,6	43,2	(44.1)
Ottobre 48,4	Decade 1ª.	43,8	45,2	46,0	(45,0)
	» 2ª.	56,6	54,6	46,3	(52,5)
	» 3ª.	49,8	46,0	47,3	(47,7)

		9 ant.	12 merid.	3 pom.	
Novembre 50,6	Decade 1ª.	46,3	45,5	52,5	(48,1)
	» 2ª.	64,5	62,0	52,5	(59,7)
	» 3ª.	47,8	43,1	40,8	(43,9)
Dicembre 56,6	Decade 1ª.	49 6	51,0	55,0	(51,9)
	» 2ª.	61,0	63,5	56,0	(60,2)
	» 3ª.	63,3	58,4	52,9	(57,8)

Anno 1887.

Gennaio 43,5	Decade 1ª.	60,0	56,3	56,5	(57,6)
	» 2ª.	46,8	49.5	43,8	(46,7)
	» 3ª.	31,2	29,8	18,0	(26,3)
Febbraio 28,6	Decade 1ª.	25,3	20,3	18,8	(21,5)
	» 2ª.	33,7	34,3	29,6	(32,5)
	» 3ª.	38,5	33,0	23,6	(31,7)
Marzo 36,6	Decade 1ª.	26,3	22,2	23,0	(23,8)
	» 2ª.	48,1	48,0	41,9	(46,0)
	» 3ª.	46,6	40,2	33,0	(39,9)
Aprile 41,3	Decade 1ª.	53,6	46,1	44,8	(48,2)
	» 2ª.	42,9	39,6	38,0	(40,2)
	» 3ª.	41,7	36,5	28,2	(35,5)
Maggio 36,9	Decade 1ª.	43,6	35,0	32,1	(36,9)
	» 2ª.	37,3	36,6	35,5	(36,5)
	» 3ª.	41,1	38,2	33,2	(37,5)
Giugno 36,7	Decade 1ª.	41,7	34,1	30,5	(35,4)
	» 2ª.	34,8	33,1	37,7	(35,2)
	» 3ª.	41,0	40,2	37,4	(39,5)
Luglio 38,2	Decade 1ª.	42,3	35,1	33,1	(36,8)
	» 2ª.	37,0	37,0	39,5	(37,8)
	» 3ª.	38,3	42,7	39,3	(40,1)
Agosto 44,7	Decade 1ª.	45,6	40,0	33,3	(39,6)
	» 2ª.	51,3	48,5	54,0	(51,3)
	» 3ª.	43,3	44,2	42,3	(43,3)

		9 ant.	12 merid.	3 pom.	
Settembre 45,1	Decade 1ª.	47,7	45,3	36,7	(43,2)
	» 2ª.	46,0	42,1	40,1	(42,7)
	» 3ª.	47,7	49,0	51,3	(49,3)
Ottobre 47,6	Decade 1ª.	54,6	51,7	46,4	(50,9)
	» 2ª.	55,3	47,8	47,2	(50,1)
	» 3ª.	40,2	40,2	44,8	(41,7)
Novembre 56,3	Decade 1ª.	53,1	50,1	47,8	(50,3)
	» 2ª.	60,5	56,3	54,8	(57,2)
	» 3ª.	62,8	58,8	62,8	(61,5)
Dicembre 52,6	Decade 1ª.	49,6	52,8	48,8	(50,4)
	» 2ª.	46,7	47,5	48,6	(47,6)
	» 3ª.	59,8	60,6	58,9	(59,7)

Anno 1888.

Gennaio 40,5	Decade 1ª.	51,1	53,4	53,8	(52,7)
	» 2ª.	36,8	35,3	26,5	(32,8)
	» 3ª.	38,2	35,3	34,5	(36,0)
Febbraio 50,0	Decade 1ª.	41,8	43,0	41,8	(42,2)
	» 2ª.	59,3	57,8	49,1	(55,4)
	» 3ª.	55,8	53,2	48,4	(52,4)
Marzo 51,8	Decade 1ª.	45,0	50,1	35,8	(43,6)
	» 2ª.	60,0	62,6	54,0	(58,8)
	» 3ª.	58,6	53,9	46,8	(53,1)
Aprile 47,5	Decade 1ª.	56,8	53,0	51,5	(53,7)
	» 2ª.	53,8	51,2	42,7	(49,2)
	» 3ª.	50,0	45,0	23,7	(39,5)
Maggio 39,4	Decade 1ª.	39,7	32,6	35,9	(36,1)
	» 2ª.	43,6	40,2	37,1	(40,3)
	» 3ª.	51,6	41,1	32,4	(41,7)

ALLEGATO II.

Elenco numerico delle persone morte e ferite in causa del terremoto.[1]

Provincia di Porto Maurizio.

Numero d'ordine	COMUNI	Numero dei Morti	Numero dei Feriti
	Circondario di Porto Maurizio.		
1	Porto Maurizio	1	9
2	Oneglia	20	22
3	Castelvecchio di S. Maria Maggiore . .	1	3
4	Diano Marina	190	102
5	Diano Castello	32	15
6	Cervo	1	4
7	Aurigo	10	2
8	Piani	»	1
9	Pantasina	1	3
10	Valloria Marittima	1	3
11	Villatalla	1	5
	TOTALE pel 1° Circondario . . .	258	169
	Circondario di S. Remo.		
12	Camporosso	»	1
13	Coldirodi	»	2
14	Triora	2	6
	A riportarsi...	2	9

[1] Questo elenco fu comunicato all'autore dal presidente della Commissione reale incaricata del riporto dei sussidi erogati a favore dei danneggiati dal terremoto.

Segue **Provincia di Porto Maurizio.**

Numero d'ordine	COMUNI	Numero dei Morti	Numero dei Feriti
	Riporto...	2	9
15	Baiardo	220	60
16	Ceriana	5	12
17	Castellaro	38	65
18	Pompeiana	5	7
19	Apricale	»	7
20	Bussana	53	27
21	Castelvittorio	5	2
22	Taggia	8	5
23	Montalto Ligure	1	6
24	Vallecrosia	2	5
	TOTALE pel 2° Circondario . . .	339	205
	Riporto 1° Circondario . . .	258	269
	TOTALE GENERALE — Prov. di Porto Maur.	597	474

Provincia di Genova.

Numero d'ordine	COMUNI	Numero dei Morti	Numero dei Feriti
	Circondario di Albenga.		
1	Alassio	4	3
2	Andora	2	16
3	Bardino Nuovo	»	1
4	Bastia (frazione di Albenga)	»	3
5	Campochiesa	»	2
6	Finalborgo	»	7
7	Finalmarina	»	1
8	Finalpia	2	1
9	Pietra Ligure	»	2
	TOTALE Circondario di Albenga	8	36
	Circondario di Savona.		
1	Savona	10	15
2	Albissola Marina	3	10
3	Noli	16	17
4	Cogoleto	»	1
5	Vezzi Portio	1	1
6	Vado	»	1
	TOTALE — Circondario di Savona	30	45
	Riporto Circondario di Albenga	8	36
	TOTALE — Provincia di Genova	38	81

ALLEGATO III.

Prospetto dei danni cagionati alle case dal terremoto del 23 febbraio 1887 nella provincia di Porto Maurizio.[1]

Comuni del Circondario di Porto Maurizio.

N°. d'ordine	COMUNI	Popolazione rispettiva	VALUTAZIONE dei danni cagionati dal terremoto	
1	Aquila d'Arroscia	1004	L. 3000	»
2	Armo	359	14490	»
3	Aurigo	760	30350	»
4	Bestagno	394	38230	»
5	Borghetto d'Arroscia	1165	4000	»
6	BORGOMARO	844	18800	»
7	Borgo Sant'Agata	503	21200	»
8	Candeasco	224	13750	»
9	Caramagna Ligure	627	50000	»
10	Caravonica	324	12250	»
11	Carpasio	991	38717	»
12	Cartari e Calderara	529	9600	»
13	Castelvecchio di S. M. Mag.	451	116410	»
14	Cenova	330	21065	»
15	Cervo	954	64450	»
16	Cesio	319	8700	»
17	Chiusanico	463	17910	»
18	Chiusavecchia	389	12550	»
19	Civezza	723	84800	»
20	Conio	568	28950	»
21	Cosio d'Arroscia	908	13500	»

[1] Questo prospetto e i seguenti furono comunicati all'autore dal presidente della Commissione reale predetta.

Segue **Comuni del Circondario di Porto Maurizio.**

N°. d'ordine	COMUNI	Popolazione rispettiva	VALUTAZIONE dei danni cagionati dal terremoto	
22	Costa d'Oneglia	544	L. 69770	»
23	Diano Arentino	517	54540	»
24	Diano Borello.	893	56155	»
25	Diano Calderina	501	52600	»
26	Diano Castello	902	516050	»
27	DIANO MARINA.	2246	1272560	»
28	Diano S. Pietro	828	7510	»
29	DOLCEDO.	2707	37880	»
30	Gazzelli.	439	15635	»
31	Lavina	332	9400	»
32	Lucinasco	661	31790	»
33	Maro Castello	160	10000	»
34	Mendatica	759	3000	»
35	Moano	804	12100	»
36	Moltedo Superiore	562	12500	»
37	Montegrazie	610	38000	»
38	Montegrosso Pian Latte.	472	1100	»
39	Olivastri	114	5470	»
40	ONEGLIA	8006	2000000	»
41	Pantasina	474	19545	»
42	Pianavia	276	22000	»
43	Piani	642	27290	»
44	Pietrabruna	876	37930	»
45	PIEVE DI TECO.	3146	210000	»
46	Poggi	494	62330	»
47	Pontedassio	1352	29500	»

Segue **Comuni del Circondario di Porto Maurizio.**

N°. d'ordine	COMUNI	Popolazione rispettiva	VALUTAZIONE dei danni cagionati dal terremoto	
48	Pornassio	1344	L. 57700	»
49	PORTO MAURIZIO.	7219	769800	»
50	Prelà	960	55605	»
51	Ranzo	1311	13000	»
52	Rezzo	1281	12700	»
53	San Bartolomeo del Cervo.	993	71450	»
54	San Bartolomeo ed Arzeno	291	5600	»
55	San Lazzaro Reale.	300	9300	»
56	Sarola	241	52000	»
57	Tavole	488	28720	»
58	Torrazza	391	12110	»
59	Torria	548	13450	»
60	Valloria Marittima	293	6810	»
61	Vasia	626	39000	»
62	Vessalico	547	1200	»
63	Villa Faraldi	1053	5700	»
64	Villa Guardia.	334	32895	»
65	Villatalla	443	45720	»
66	Villaviani	551	75080	»
67	Ville San Pietro	611	33350	»
68	Ville San Sebastiano	345	12265	»
	TOTALE pel Circond. di Porto Maurizio. .	. . .	L. 6790832	»

Comuni del Circondario di Sanremo.

N°. d'ordine	COMUNI	Popolazione rispettiva	VALUTAZIONE dei danni cagionati dal terremoto	
1	Airole	1705	L. 27700	»
2	Apricale	2103	117410	»
3	Badalucco	2352	125599	»
4	Baiardo	1587	182740	»
5	BORDIGHERA	2308	295486	»
6	Borghetto S. Nicolò	544	47135	»
7	Boscomare	422	29050	»
8	Bussana	820	235000	»
9	Camporosso	1526	78250	»
10	Castellaro	848	180170	»
11	Castelvittorio	1627	396260	»
12	CERIANA	2541	283600	»
13	Cipressa	603	87850	»
14	Coldirodi	2268	208650	»
15	Costa Rainera	347	25350	»
16	DOLCEACQUA	2338	9451	»
17	Isolabona	1171	7035	»
18	Lingueglietta	509	28400	»
19	Montalto Ligure	1291	56021	»
20	Perinaldo	2022	89095	»
21	Piena	1558	7385	»
22	Pigna	3421	76300	»
23	Pompeiana	907	241495	»
24	Riva Ligure	579	20335	»
25	Rocchetta Nervina	783	3410	»
26	San Biagio della Cima	966	10060	»

Segue **Comuni del Circondario di Sanremo.**

N°. d'ordine	COMUNI	Popolazione rispettiva	VALUTAZIONE dei danni cagionati dal terremoto	
27	San Lorenzo Mare	231	L. 8025	»
28	SANREMO	16189	1510780	»
29	SAN STEFANO MARE.	698	63780	»
30	Sasso di Bordighera.	174	9060	»
31	Seborga	339	10065	»
32	Soldano	528	8930	»
33	TAGGIA	4494	731020	»
34	Terzorio	279	15400	»
35	TRIORA	5909	327163	»
36	Vallebona	1000	5985	»
37	Vallecrosia	754	240745	»
38	VENTIMIGLIA	8880	536990	»
	TOTALE pel Circond. di Sanremo . .	. . .	L. 63371 80	»

RIASSUNTO

	IMPORTO dei danni constatati	
Circondario di Porto Maurizio	L. 6790832	»
Id. di Sanremo.	» 6337180	»
TOTALE .	L. 13128012	»

ALLEGATO IV.

Prospetto dei danni cagionati alle case dal terremoto del 23 febbraio 1887 nella provincia di Genova. [1]

Num. progressivo	COMUNE	NUMERO DELLE CASE DANNEGGIATE			AMMONTARE DEI DANNI	
		abitabili subito	abitabili dopo le riparazioni	rovinate o da demolirsi		
1	Alassio	230	196	32	L. 538000	»
2	Albissola Marina. . . .	55	118	6	250014	»
3	Albissola Superiore . .	119	71	2	29535	»
4	Andora	186	133	52	178830	»
5	Bardineto	159	23	5	29037	»
6	Bardino Nuovo. . . .	116	11	5	18000	»
7	Bardino Vecchio . . .	78	9	2	15200	»
8	Bergeggi.	55	103	4	23170	»
9	Bormida.	»	»	»	»	»
10	Cairo Montenotte . . .	17	»	»	2810	»
11	Calice Ligure	141	163	3	79963	»
12	Calizzano	191	64	5	31097	»
13	Casanova Lerrone . . .	»	»	»	»	»
14	Ceriale	78	23	3	40200	»
15	Celle Ligure.	42	208	8	53800	»
16	Cosseria	34	11	1	10085	»
17	Finalborgo	283	102	26	[2] 260000	»

[1] Questo stato si riferisce al lavoro fatto fino al 20 aprile 1887. Mancano ancora oltre i comuni per i quali non è indicata la cifra, quelli di Savona e di Albenga.

[2] Cifra approssimativa.

Num. progressivo	COMUNE	NUMERO DELLE CASE DANNEGGIATE			AMMONTARE DEI DANNI	
		abitabili subito	abitabili dopo le riparazioni	rovinate o da demolirsi		
18	Finalmarina.	170	115	1	L. 93000	»
19	Finalpia	62	94	27	65500	»
20	Laigueglia	86	82	5	50000	»
21	Magliolo.	112	17	2	17500	»
22	Massimino	»	»	»	»	»
23	Millesimo	15	5	1	4120	»
24	Noli	165	64	67	170910	»
25	Orco Feglino	»	»	»	»	»
26	Plodio	4	»	»	1240	»
27	Quiliano	67	29	11	39000	»
28	Rocchetta Cengio . . .	25	»	1	2715	»
29	Segno	»	52	7	16620	»
30	Spotorno.	277	28	11	79790	»
31	Tovo S. Giacomo . . .	130	36	13	34000	»
32	Vado.	254	35	15	79700	»
33	Varazze	57	13	1	38000	»
34	Vezzi Portio	54	99	22	30000	»
35	Zuccarello	»	»	»	»	»
	Totale. . .	..	..	..	L. 2281830	»

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAV. XII.

Fig. 1. — Spaccature nella facciata della casa Muratorio a Diano Marina.

» 2. — Spaccature ad angolo retto nella facciata di una casa situata presso la stazione ferroviaria a Mentone.

» 3. — Cimasa e pilastro sorreggente un cancello, spostati dal terremoto nella Villa Emeri, *Rue Partouneau*, a Mentone [1].

» 4. — Capo delle Mele colla sua formazione quaternaria veduta dalla via maestra fra Alassio e Laigueglia (il deposito quaternario è indicato dalla punteggiatura rossa).

» 5. — Sezione del ciottolato e di parte del deposito sabbioso quaternario, alla base del promontorio del Capo delle Mele.

» 6. — Falsa stratificazione delle sabbie concrete giacenti al Capo delle Mele, a circa 50 metri sul livello marino.

» 7. — Diagramma fornito il 23 febbraio 1887 dal mareografo di Nizza, secondo Bouquet de la Grye.

» 8, — Coronamento di un pilastro della villa Morteo ad Alassio spostato dal terremoto.

» 9. — Pietre di un pilastro sorreggenti un cancello spezzate dal terremoto, d'innanzi alla Capitaneria del Porto d'Oneglia.

» 10. — Pietre di un pilastro spostate; *Promenade du Midi* a Mentone (*Nature*, n°. 719).

---

[1] Nella linea tracciata al di sotto della figura per indicarne l'orientazione, fu invertita per inavvertenza la posizione dei punti S.O e N.E.

TAV. XIII.

A sinistra, idrografia del tratto di litorale ligure situato a ponente e a levante di Genova colle foci dei torrenti Bisagno e Polcevera.

A destra, idrografia del litorale di contro ai torrenti Taggia e Arma.

Inferiormente, sezioni delle valli sommerse della Polcevera e del Taggia.

NB. — I dati idrografici contenuti in questa tavola furono desunti dai rilievi del Golfo di Genova eseguiti dal R. piroscafo *Washington* comandato dal capitano di vascello G. B. Magnaghi, e in ispecie dalla carta n°. 126, pubblicata nel 1887 dall'Uffizio idrografico della R. Marina in Genova.

TAV. XIV.

Diagramma del terremoto fornito dal sismografo Cecchi nell'Osservatorio di Moncalieri (comunicato dal padre F. Denza).

Tracciato del mareografo del porto di Genova, dato il 23 febbraio 1887 (comunicato dal Direttore del R. Ufficio idrografico di Genova, comandante G. B. Magnaghi).

TAV. XV.

Stratigrafia della nuova galleria succursale dei Giovi.

Superiormente, sezione longitudinale. Alla parte inferiore, planimetria. In questa le linee ondulate che intersecano l'asse della galleria stanno ad indicare le testate degli strati.

NB. — I dati topografici e strati graficicompresi nella tavola sono tolti da una mappa che correda la *Memoria tecnica* degli ingegneri Giordano, Lanino e Salmoiraghi sulla *linea succursale dei Giovi* (Torino, Tip. Eredi Botta, 1887), memoria relativa alla causa arbitrale tra l'amministrazione dei Lavori Pubblici e l'impresa Ottavi.

TAV. XVI.

Carta topografica di parte della Liguria e della Provenza alla scala di 1/200 000 coi segni convenzionali per lo studio del terremoto ligure (Vedasi il commento e la spiegazione di questa carta, nel testo, alla pag. 178).

INDICE